DOCUMENTO TÉCNICO:

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS NOVOS TRENS

RESULTADO DAS AÇÕES DO GRUPO DE TRABALHO CONSTITUÍDO PELA REP 0030/2012

MARÇO/2012

SUMÁRIO

1 CONCEPÇÃO BÁSICA DE PROJETO 11

1.1 ESCOPO 11
1.1.1 Requisitos do Desenvolvimento do Projeto 11
1.1.1.1 Do fornecimento 12
1.1.1.1.1. Planos e Projetos 12
1.1.2 Normas Técnicas 14
1.1.3. Testes funcionais e de conformidades 22
1.1.3.1. Sistemática dos Testes 22
1.1.3.1.1. Procedimentos 22
1.1.3.1.2.Programação 23
1.1.3.1.3.. Execução 23
1.1.3.1.4.Etapas dos Testes: 24
1.1.3.1.4.1. - Testes do Protótipo 24
1.1.3.1.4.2. - Teste de Fábrica 24
1.1.3.1.4.3. - Testes de Campo 25
1.1.3.1.4.4. Testes de Instalação 25
1.1.3.1.4.4.1. Testes de funcionamento do equipamento isolado 25
1.1.3.1.4.4.2. Testes de funcionamento dos equipamentos integrados ao sistema. 25
1.1.3.1.4.4.3. Teste de funcionamento do Sistema Global 25
1.1.3.1.5. Ensaios e Testes 25
1.1.4 Recebimento do sistema 26
1.1.4.1. Recebimento em Fábrica 28
1.1.4.2. Recebimento Provisório; 28

1.2 CARACTERÍSTICAS DO TREM 28
1.2.1 Dimensões 29
1.2.2 Condições operacionais 29
1.2.3 Modos operacionais 30
1.2.4 Continuidade Operativa e Remoção do Trem 31
1.2.5 Rebocamento 32

1.3 DESEMPENHO 33
1.3.1 Desempenho em Tração 33
1.3.2 Desempenho da Frenagem de Serviço 34
1.3.3 Desempenho da Frenagem de Emergência 34
1.3.4 Tempos de Resposta 35

1.4 PARÂMETROS DE PROJETO 36
1.4.1 Alimentação Elétrica 36
1.4.2 Tensão do Serviço Auxiliar 36
1.4.3 Ruídos eletromagnéticos 37
1.4.4 Níveis de Ruído 38
1.4.5 Suavidade de Marcha e Ergonomia 38
1.4.6 Condições Ambientais 39

1.4.7 Características da Via Permanente 39
1.4.8 Vibrações e Choques 39
1.4.9 Gabarito Estático/Dinâmico 40
1.4.10 Facilidades de Manutenção, Operação e Segurança 40
1.4.11 Ciclos de Manutenção 42
1.4.12 Teste e Diagnósticos 42
1.4.13 Documentação Técnica 43
1.4.13.1 Manuais 44
1.4.14 Requisitos Gerais de CDMS 48
1.4.15 Sobressalentes e material de giro 54
1.4.16 Confiabilidade e Disponibilidade 56

1.5 MATERIAL E MÃO-DE-OBRA 56
1.5.1 Identificação em Geral 58
1.5.2 Moldados de Fibra de Vidro 58
1.5.3 Melaminas 59
1.5.4 Tintas, Pinturas e Cores 60
1.5.5 Elementos de Fixação 61
1.5.6 Juntas 61
1.5.7 Peças Fundidas 62
1.5.8 Soldas 62
1.5.9 Borrachas 63
1.5.10 Vidros do para-brisa e janelas da cabine 63
1.5.11 Policarbonato MR10 64
1.5.12 Equipamentos e Componentes Eletrônicos 64
1.5.13 Conectores 64
1.5.14 Instalação Elétrica 65
1.5.15 Fios e Cabos 66
1.5.15.1 Instalação interna 66
1.5.15.2 Instalação exposta 67
1.5.16 Disjuntores Termomagnéticos 67
1.5.17 Relés 68
1.5.18 Chaves Comutadoras e Botoeiras 68
1.5.19 Motores Auxiliares de Indução 69
1.5.20 Fusíveis 70
1.5.21 Aterramento 70
1.5.22 Fechaduras e Chaves 71
1.5.23 Tapete do Piso 71
1.5.24 Encanamentos e Mangueiras para Ar Comprimido 72
1.5.25 Lubrificantes 73

1.6 VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DO TREM 73
1.6.1 Descrição Geral do Estudo Dinâmico 73
1.6.2 Escopo do Estudo do Comportamento Dinâmico 74
1.6.2.1 Caracterização Física dos Carros 74
1.6.2.2 Caracterização Física da Via Permanente 74
1.6.2.3 Elaboração do Modelamento Matemático 75
1.6.2.4 Validação do Modelamento Desenvolvido 75
1.6.2.5 Simulações a Serem Realizadas 75
1.6.2.6 Execução de Testes e/ou Medições 76

1.6.2.7 Relatório Final 77

2 CAIXA E REVESTIMENTO 78

2.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DA CAIXA 78
2.1.1 Estrutura da Caixa 79
2.1.2 Cabeceira 80
2.1.3 Para-brisa 80
2.1.4 Limpador de para-brisa 81
2.1.5 Lateral 82
2.1.6 Cobertura 83
2.1.7 Estrado 83
2.1.8 Cabeça do Estrado 84
2.1.9 Instalação de Equipamentos sob o Estrado 84
2.1.10 Caixas Sob Estrado 84

2.2 PISO DO CARRO 85

2.3 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE 86

2.4 ENSAIO ESTRUTURAL DA CAIXA 86
2.4.1 Ensaio de Compressão 87
2.4.2 Ensaio de Carga Vertical 87
2.4.3 Ensaios de Torção 88
2.4.4 Dispositivo Anti-encavalamento 88

2.5 REVESTIMENTO INTERNO 89
2.5.1 Acabamento Interno 89
2.5.2 Revestimento do Piso 90
2.5.3 Painéis de Acabamento 90
2.5.4 Comunicação visual 91

2.6 REVESTIMENTO EXTERNO 92
2.6.1 Acabamento Externo 92
2.6.2 Máscara 93
2.6.3 Identificação do Carro 93

2.7 CABINE DE CONDUÇÃO 94
2.7.1 Portas da Cabine 95
2.7.2 Iluminação da Cabine 96
2.7.3 Banco do Operador 96
2.7.4 Climatização da Cabine 98
2.7.5 Console 98
2.7.6 Espelhos retrovisores 103

2.8 ARMÁRIOS ELÉTRICOS 104
2.8.1 Armários dos Carros “MAC” e “MBC” 104
2.8.2 Armários dos Carros Intermediários 105

2.9 COLUNAS E PEGADORES 106

2.10 BANCOS DE PASSAGEIROS 106

2.11 DISPOSITIVOS PARA BICICLETAS 107

2.12 BAGAGEIROS 108

2.13 JANELAS DO SALÃO 108

2.14 PANTÓGRAFO 108
2.14.1 Sistema de Acionamento do Pantógrafo 109
2.14.2 Aterramento do Pantógrafo e Chave de Segurança 110
2.14.3 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) 111

2.15 PASSAGEM ENTRE CARROS (OPEN WIDE GANGWAY) 112

2.16 SISTEMA EMBARCADO PARA LUBRIFICAÇÃO DE FRISOS 112
2.16.1 Descrição Básica do Sistema 113
2.16.2 Componentes Básicos 113
2.16.2.1 Reservatório de lubrificante 113
2.16.2.2 Dosador 114
2.16.2.3 Elementos de Mistura, Distribuição e Filtragem 114
2.16.2.4 Tubulações e conexões 114
2.16.2.5 Bicos Aplicadores 115
2.16.2.6 Controladores de Aplicação 115
2.16.2.7 Lubrificante 115

3 TRUQUES 117

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO TRUQUE 117

3.2 SUSPENSÕES PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA E VÁLVULA DE NIVELAMENTO 118

3.3 EIXOS E RODAS 120

3.4 MANCAL DE ROLAMENTO PARA RODEIRO 120

3.5 REDUTOR 121

3.6 ACOPLAMENTO RESILIENTE 121

3.7 COMPONENTES DO SISTEMA DE FREIO DE ATRITO 122
3.7.1 Freio de Estacionamento 123

3.8 SISTEMA DE ATERRAMENTO 123

3.9 LIGAÇÕES MECÂNICAS, ELÉTRICAS E PNEUMÁTICAS 124

3.10 SOLDAS DO TRUQUE 124

3.11 LIMPA TRILHOS 125

3.12 ENSAIOS DO TRUQUE 125
3.12.1 Ensaio Estático 126
3.12.2 Ensaio Dinâmico de fadiga 126

4 SISTEMA DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA 128

4.1 DESCRIÇÃO FUNCIONAL 128

4.2 INVERSOR ESTÁTICO DE TRAÇÃO 129

4.3 COMANDO E CONTROLE DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA 130

4.4 EQUIPAMENTO DE MANOBRA E PROTEÇÃO 132

4.5 MOTOR DE TRAÇÃO 133

4.6 RESISTORES DE FRENAGEM 135

5 SISTEMA DE FREIO DE ATRITO E ANTI DESLIZAMENTO 137

5.1 SISTEMA DE FRENAGEM POR ATRITO 137
5.1.1 Equipamento de Controle Pneumático 139
5.1.2 Equipamento de Comando de Freio de Atrito 141

5.2 SISTEMA DE ANTI DESLIZAMENTO E ANTI PATINAÇÃO 143

6 PORTAS DO SALÃO 145

6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS 145

6.2 PORTA DE SERVIÇO 147

6.3 DISPOSITIVO DE ABERTURA DE EMERGÊNCIA DAS PORTAS DO SALÃO 148

6.4 COMANDO E SINALIZAÇÃO DE PORTAS 148
6.4.1 Dispositivo “Botão Soco” 152

6.5 PROTEÇÃO DA ABERTURA DE PORTAS 153

6.6 MOTOR DE ACIONAMENTO DAS PORTAS 153

7 CLIMATIZAÇÃO DO SALÃO 155

7.1 COMANDO E CONTROLE 160

7.2 COMPRESSOR – CONDENSADOR 161

7.3 EVAPORADOR SOPRADOR 161

7.4 MOTORES 162
7.5 VENTILADORES 163
7.6 CLIMATIZAÇÃO DA CABINE 163
8 SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO 164
8.1 DETECÇÃO DE INCÊNDIO 164
8.2 EXTINTOR DE INCÊNDIO 165
9 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO 166
9.1 LUMINÁRIAS 166
9.2 ILUMINAÇÃO PRINCIPAL 166
9.3 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA 167
10 SISTEMA DE INDICADORES E ANUNCIADORES 168
10.1 RELÓGIO 168
10.2 CRONÔMETRO 168
10.3 VOLTÍMETRO 168
10.4 AMPERÍMETRO 169
10.5 MANÔMETRO 169
10.6 VELOCÍMETRO 169
10.7 ODÔMETRO 169
10.8 BUZINA 170
10.9 FARÓIS, LUZES DEMARCADORAS E LANTERNAS 170
10.10 ANUNCIADORES DE FALHAS 171
10.11 ANUNCIADORES EXTERNOS DE EVENTOS E FALHAS 172
10.12 ANUNCIADORES LOCAIS DE FALHA 172
10.13 MONITORES DE VÍDEO DO CONSOLE 172
10.14 MONITORES DE VÍDEO MULTI MÍDIA DO SALÃO 174

10.15 "SOFTWARE" APLICATIVO 174

11 SUPRIMENTO ELÉTRICO 176

11.1 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EM CORRENTE ALTERNADA 176
11.1.1 Características Gerais 176
11.1.2 Inversor Estático 177

11.2 ALIMENTAÇÃO DE BAIXA TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA 180
11.2.1 Alimentação Auxiliar em 72Vcc 180
11.2.2 Alimentação Auxiliar em 24Vcc 181
11.2.3 Bateria 181

12 SISTEMA DE SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO 183

12.1 COMANDO E CONTROLE DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO 183

12.2 GRUPO MOTOR COMPRESSOR 184

12.3 UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR 185

12.4 MOTOR COMPRESSOR AUXILIAR 185

12.5 RESERVATÓRIOS 186

12.6 ENCANAMENTO PRINCIPAL 186

12.7 ACESSÓRIOS DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO 186

13 ACOPLAMENTO E LIGAÇÃO ENTRE CARROS 187

13.1 ENGATES 187

13.2 CONEXÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO 189

13.3 CONEXÃO ELÉTRICA DE POTÊNCIA ENTRE CARROS. 189

13.4 CONEXÃO ELÉTRICA DO SISTEMA "DATA-BUS" 190

13.5 CONEXÃO ELÉTRICA INTERCOMPOSIÇÕES 190

14 SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES DO TREM – SCT 191

14.1 DESCRIÇÃO GERAL 191

14.2 REQUISITOS BÁSICOS DO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DO TREM – SCT 191
14.2.1 Informações Gerais 191
14.2.2. Alarmes, Falhas e Diagnósticos: 194
14.2.2.1 Multimídia – MMD 195

14.2.2.2 Intercomunicação – INT 200
14.2.2.3 SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO (RAD) 201
14.2.2.4 Vídeo Monitoração – VMO 204

14.3 REQUISITO TÉCNICO ESPECÍFICO 207
14.3.1 Manutenção e confiabilidade do sistema 207
14.3.2 Cabeamento no trem 207
14.3.3 Requisitos Técnicos do SCT 208

14.4 REQUISITOS DE INTERFACE E INTEROPERABILIDADE 216

15 MONITORAÇÃO DE FALHAS/DIAGNÓSTICO(DATA BUS) 220

15.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA 220
15.1.1 Descrição dos Módulos 222
15.1.1.1 Módulo de Controle Geral 222
15.1.1.2 Módulos Locais 223
15.1.1.3 Meio Físico de Transmissão e Recepção de Dados 224
15.1.1.4 Sinais Processados pelo Sistema 224

16 REGISTRADOR DE EVENTOS OPERACIONAIS 227

16.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA 227

16.2 DESCRIÇÃO FUNCIONAL Sinais monitorados 228

16.3 MÓDULOS COMPONENTES 230
16.3.1 Módulo Registrador 230
16.3.2 Memória Removível 230
16.3.3 Interface analógica/digital: 230
16.3.4 Sensor de tacômetro 231
16.3.5 Módulo de Rede Data bus 231
16.3.6 Módulo de Display e Teclado 231
16.3.7 Normas técnicas 231
16.3.8 Requisitos de “software” 231
16.3.9 Equipamento para Coleta e Análise de Dados 232

17. SISTEMA DE TRANSMISSÃO 234

18 ACESSIBILIDADE 236

18.1 LOCAL PARA CADEIRA DE RODAS 236

18.2 ASSENTOS PREFERENCIAIS 236

18.3 NÍVEL DE ILUMINÂNCIA 237

18.4 COMUNICAÇÃO VISUAL 237

19 SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE BORDO 237

20 TREINAMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO 239

21 GARANTIA 243

22 GLOSSÁRIO 245

ANEXO A - ESPECIFICAÇÕES DE RÁDIO (RAD) 248

ANEXO B - EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO DE BORDO 250

ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO DE FALHAS POR SISTEMA 255

ANEXO D – GABARITO DINÂMICO 269

ANEXO E – REQUISITOS DE COMPORTAMENTO AO FOGO DOS MATERIAIS 270

ANEXO F – PESQUISA DE PREÇOS DE TUES ADQUIRIDOS POR EMPRESAS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA 274

1 CONCEPÇÃO BÁSICA DE PROJETO

1.1 ESCOPO

A Contratada deverá fornecer 60 carros de passageiros para composição de Trens Unidade Elétrica de 4 ou 6 carros, a ser definido pela TRENSURB, para a Região Metropolitana de Porto Alegre.

1.1.1 Requisitos do Desenvolvimento do Projeto

A Contratada deverá detalhar as propostas técnicas, fornecendo todas as características básicas do projeto, necessárias à perfeita compreensão e possibilitando a análise detalhada do trem e seus equipamentos.

Todo o desenvolvimento do projeto deverá atender aos requisitos de CDMS - Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (RAMS Reliability, Availability, Maintainability and Safety), conforme definido na norma CENELEC EN50126.

Além da metodologia aplicada pelos requisitos de CDMS, também deverão ser observados os requisitos básicos funcionais, de desempenho, de confiabilidade, de manutebilidade e de segurança, descritos nessa especificação.

Esse projeto deverá ser apresentado à TRENSURB, que se reserva o direito de sua aprovação final.

A Contratada deverá ser a responsável pela compatibilização e a adequação de todos os sistemas componentes do trem dentro das características descritas nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - ET.

Todos os equipamentos a serem fornecidos à TRENSURB deverão atender aos requisitos técnicos próprios de suas funções e também às características gerais estipuladas neste documento.

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação de todos os Sistemas do Trem, entregando-os em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas embarcados e não embarcados.

Todos os softwares do sistema operacional deverão ser desenvolvidos para não haver necessidade de pagar licenças a terceiros. Como por exemplo, o Sistema Operacional Linux, ECOS ou RTOS, com características especialmente de flexibilidade, suporte e difusão no mercado.

1.1.1.1 Do fornecimento

O fornecimento por parte do licitante deverá contemplar o regime “turn-key” e engloba, para cada um dos projetos integrantes deste documento, os itens a seguir discriminados:

1.1.1.1.1. Planos e Projetos

a) Cronograma Global da Execução do Objeto Licitado.

Documento detalhado abrangendo todas as fases de desenvolvimento dos trabalhos, incluindo:

- elaboração de projetos;
- fabricação, montagem, instalação dos equipamentos integrantes dos sistemas;
- testes e ensaios de equipamentos;
- desenvolvimento e implementação de programas de computador;
- fornecimento de sobressalentes;
- fornecimento de ferramentas e equipamentos especiais de manutenção;
- elaboração e fornecimento de documentação técnica;
- elaboração do material e aplicação do programa de treinamento;
- preparação e execução da operação assistida;
- organização da assistência técnica.

A proposta deverá descrever cada um dos tópicos acima referidos e apresentar um cronograma detalhado das atividades com indicação da seqüência lógica das ações e dos eventos do projeto e dos tempos associados.

b) Projeto Conceitual do Sistema

Documento contendo a concepção conceitual e funcional dos sistemas, baseada neste Projeto Básico, englobando:

- descrição geral do sistema;
- descrição de cada subsistema e seus componentes;
- descrição dos cartões de circuito eletro-eletrônico / eletrônico;
- descrição dos dispositivos mecânicos e interfaces eletro/eletrônica;
- projeto lógico dos programas de computador;

- projeto de instalação;
- indicação dos parâmetros de confiabilidade a nível de sistema, subsistema, equipamento ou componente, conforme o caso;
- descrição dos procedimentos de análise de segurança a serem adotados contra fraudes e/ou ataques de “hackers”;
- limitações e possibilidades de expansão e aperfeiçoamento do Sistema.
- empacotamento mecânico dos equipamentos;

O projeto lógico dos programas de computador compreende:

- levantamentos de dados preliminares;
- a descrição dos objetivos do sistema computacional;
- o macrofluxograma de dados;
- a macroespecificação das funções ;
- as entradas e saídas;
- o ambiente operacional;
- e os requisitos para o desenvolvimento e implantação;

c) Projeto Executivo do Sistema

Documento contendo o detalhamento do Sistema proposto a nível de projeto final de engenharia, com todos os dados e detalhes necessários à perfeita execução do objeto da licitação, englobando:

- catálogos e publicações com as características e especificações técnicas necessárias à análise dos equipamentos, componentes e dispositivos;
- esquemas funcionais e unifilares completos;
- Leiaute dos componentes dos equipamentos, mostrando a fiação, cabos, tubulações, canaletas, conectores, "plugs" e blocos de terminais dos equipamentos,
- diagrama de ligações com as identificações de bornes, de acordo com a fiação e circuito correspondente;
- .especificação completa dos materiais utilizados em cada equipamento;
- .especificações técnicas, desenhos e detalhes referentes às partes mecânicas dos equipamentos,
- .especificações técnicas (material, tratamento, dureza, etc.) e desenhos das peças mecânicas indicando dimensões, folgas e tolerâncias;
- .desenhos de conjuntos e subconjuntos de montagem, com as dimensões e especificações técnicas;

- .desenhos de detalhes de montagem, com vista explodida dos subconjuntos, conjuntos e componentes;
- .desenhos e procedimentos de instalação;
- .desenhos do detalhamento da implantação do sistema.

d) Plano de Inspeção e Controle de Qualidade - PICQ

É um documento a ser apresentado pelo Licitante, no qual deverão ser indicados:

- pontos de inspeção a serem realizadas pelo Licitante durante as etapas da fabricação dos produtos;
- definição dos métodos de inspeção aplicáveis;
- responsabilidade pela execução da inspeção,
- tipos de registros necessários;
- planos de amostragem e critérios de aceitação;

1.1.2 Normas Técnicas

A Contratada deverá desenvolver o projeto do trem, atendendo aos requisitos das normas referenciadas neste documento. Os acrônimos dos órgãos normatizadores são:

NORMA	DESCRIÇÃO
AAR	Association of American Railroads
AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Test and Materials
AWS	American Welding Society
BS	British Standard
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
DIN	Deutsche Norm (Deutsches Institut für Normung)
EN	Norma da União Européia (European Standard)

IEC	International Electrotechnical Comission
IEEE	Institute of Electrical end Electronics Engineers
ISO	International Standards Organization
MIL-STD	Military Standard (USA)
NBR	Norma Brasileira
NF	Norma Francesa (Norme Française)
SAE	Society of Automotive Engineers
UIC	Union Internationale des Chamins de Fer
UL	Underwriters Laboratories

A Contratada deve executar todos os serviços dentro das normas elaboradas pelos órgãos normatizadores abaixo relacionados, segundo suas últimas versões e no que for aplicável, exceto quando especificado de outra forma no presente documento. Portanto, prevalece sempre o indicado no presente documento.

Quando estas normas forem omissas ou não houver menções específicas, poderão ser utilizadas outras normas estrangeiras, desde que haja aquiescência da TRENSURB.

Todos os componentes e subconjuntos utilizados na construção dos equipamentos deverão ser projetados e construídos especificamente para utilização em ambiente ferroviário.

Equipamentos baseados em normas internacionais poderão ser aceitos desde que, seja devidamente comprovada a compatibilidade de objetivos e severidade dos critérios da norma indicada neste documento e a norma proposta pela contratada.

As normas técnicas de outros órgãos normatizadores estrangeiros poderão ser aceitas, desde que a Contratada comprove que estas são mais rigorosas que as referenciadas.

Normas ABNT

- NBR 9320 - Confiabilidade de Equipamentos - Recomendações Gerais - Procedimento,
- NBR 9321 - Cálculo de Estimativas por Ponto e Limites de Confi-

ança Resultante de Ensaios de Determinação da Confiabilidade de Equipamentos;

- NBR 9324 - Confiabilidade de Equipamentos - Planos de Ensaio de Conformidade para Taxa de Falhas e Tempo Médio entre Falhas Admitindo- se Taxa de Falhas Constante - Método de Ensaio.
- ABNT NBR – 7428: Equipamentos em Veículos de Tração Elétrica;
- ABNT NBR – 8365: Equipamento Eletrônico Utilizado em Material Rodante Ferroviário;
- ABNT NBR - 13067: Carro Metropolitano - Determinação dos Níveis de ruído - Método de ensaio;
- ABNT NBR - 13068: Ruídos internos e externos em carro Metropolitano;
- ABNT NBR - 13728: Sinalização Ferroviária – Confiabilidade;
- ABNT NBR - 13884: Telecomunicações metro ferroviária – Terminologia;
- NBR 7428 – Equipamentos em veículos com tração elétrica;
- NBR 8365 – Equipamento eletrônico utilizado em Material Rodante Ferroviário;
- NBR-IEC 60529 - "Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos".
- NBR 5410 – “Instalações Elétricas de Baixa Tensão”.
- NBR 5462 – “Confiabilidade e Manutebilidade”.
- NBR 8662 – “Identificação por cores de condutores elétricos nus e isolados”.
- NBR 9320 – “Confiabilidade de Equipamentos – Recomendações Gerais”.
- NBR13067 - “Carro Metropolitano - Determinação de Níveis de Ruído”.
- NBR13068 - “Ruído Interno e Externo em Carro Metropolitano”.
- NBR 14021 – “Transporte – Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano”.
- Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho – Ministério do Trabalho (Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978)
- NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade.

- NR-17 – Ergonomia.
- NBR 6245 – “Fios e Cabos Elétricos – Determinação do Índice de Oxigênio” NBR 6812 – “Fios e Cabos Elétricos – Queima Vertical”.
- NBR-12925– Sinalização Ferroviária – Cabo de Controle – Emenda – Conector
- NBR 14170 – “Trens – Sistema de Sonorização - Projeto”;

Normas CENELEC

- EN 50121-3-1 e 3-2 Aplicações ferroviárias - Compatibilidade eletromagnética.
- EN 50121-3-2 - Compatibilidade eletromagnética
- EN 50126 - Especificação e demonstração da confiabilidade, da disponibilidade, da manutenibilidade e da segurança (CDMS)
- EN 50126 - Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS);
- EN 50128 - Railway Applications: Software for Railway Control and Protection Systems;
- EN 50129 - Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling.
- EN 50141 - Electromagnetic Compatibility. Basic immunity standard. Conducted disturbances induced by radio-frequency fields. Immunity test.
- EN 50153 - Medida de proteção de contra danos de origem elétrica
- EN 50155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos para Material Rodante.
- EN 50155 - Equipamentos eletrônicos utilizados em material rodante
- EN 50264-1 a 3 - Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência.
- EN 50306-1 a 4 - Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle.
- EN 50343 - Regras de instalação de cabos elétricos

- EN 50382-1 a 2 - Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C)
- EN 61373 – Aplicações Ferroviárias – Ensaios de Choque e Vibrações
- EN 779 - Filtros de ar – Características
- EN13129-3 - Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para veículos urbanos e suburbanos
- EN13129-4 - Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para veículos urbanos e suburbanos (ensaios de tipo)

Normas ISO/IEC

- ISO3095 Acoustics - Measurement of Noise Emitted Railbound Vehicles
- ISO3381 Acoustics - Measurement of Noise Inside Railbound Vehicles.
- IEC-61508 – Functional Safety of Electrical / Electronic / Programmable Electronic Safety Related Systems.
- IEC-571-1, 2 e 3: Electronic Equipment Used on Rail Vehicles.
- Também deverão ser levadas em consideração as seguintes normas: IEC 77, IEC 60529, IEC 60571, EM 50155, IEC 1133, EM 50121, EM 55011, EN 61000-4-2, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, IEC 61373.
- Os equipamentos deverão ser fabricados para suportar vibrações conforme categoria 1, classe B, da norma IEC 61373.
- IEC - “International Electrotechnical Commission”.
- IEC 1375 – Standard for Train Communication Network.
- IEC 60068 – "Environmental Testing – Parts 1, 2, 3, 4 and 5".
- IEC 60563 – "Permissible Limiting Temperatures in Service for Components of Electrical Equipment of Traction Vehicles".
- IEC 60571 – "Electronic Equipment Used on Rail Vehicles".
- IEC 61025 – "Fault Tree Analysis (FTA)".
- IEC 61287-1 (1995-07) - “Power convertors installed on board rolling stock – Part 1: Characteristics and test methods”.
- IEC 61644 - "Surge Protective Devices Connected to Telecommunications and Signaling Networks".

- IEC 62005-1 – “Introductory Guide and Definitions Reability of Fibre Optic Interconnecting Device”.
- IEC 62236-3-1 e 3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility".
- IEC 61373 - Railway Applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests.
- IEC 529 – (IP x 5) – Poeira
- IEC 61000 – Eletromagnetic Compatibility
- IEC 61508 – Functional Safety of Electrical /Electronic /Programmable Electronic Safety-related Systems

Normas MIL

- MIL-HDBK-217 - Confiabilidade e Predição dos Equipamentos Eletrônicos.
- MIL-HDBK-217 Confiabilidade e Predição dos Equipamentos Eletrônicos.
- MIL-HDBK-217Reliability Prediction of Electroic Equipment;
- MIL-HDBK-237 – "Electromagnetic Compatibility Management Guide for Platforms, Systems and Equipments”
- MIL-HDBK-241 – "Design Guide for EMI Reduction in power supplies".
- MIL-HDBK-338Electronic Reliability Design Handbook;
- MIL-HDBK-781 – “Reability Test Methods, Plans and Environments for Engineering, Development, Qualification and Production”.
- MIL-STD-1629Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.
- MIL-STD-461 – " Requirements for the Control of Electromagnetic Interference characteristics of subsystems and equipment”.
- MIL-STD-462 – "Measurement of Electromagnetic interference characteristics”.
- MIL-STD-470 – "Maintainability Program for systems and equipment".
- MIL-STD-470Maintainability Program for Systems and Equipment;
- MIL-STD-471Maintainability Verification / Demonstration / Evaluation;

- MIL-STD-721 – "Definition of Terms for Reability and Maintainability".
- MIL-STD-721Definitions of Terms for Reliability and Maintainability;
- MIL-STD-756Reliability Modeling and Prediction;
- MIL-STD-781Reliability Testing for Engineering Development, Qualification and Production;
- MIL-STD-785 – "Reability Program for systems and equipment development and production".
- MIL-STD-785Reliability Program for Systems and Equipment Development and Production;
- MIL-STD-810Environmental Test Methods and Engineering Guidelines;
- MIL-STD-882System Safety Program Requirements;
- MIL – STD 167-1-1974 – Mechanical Vibrations of Shipboard Equipment
- MIL – STD - 462 – Measurement of Electromagnetic Inteference Characteristics
- MIL – STD - 2074 – Failure Classification for Reliability Testing

Outras normas

- Os materiais usados na fabricação dos equipamentos deverão cumprir a classificação M2 y F1 da norma NFF16-101/102 para comportamento ao fogo e fumaça.
- ASTM – “American Standards Testing Materials”.
- BSI – “British Standards Institution”.
- CCIR – Comitê Consultivo Internacional de Rádio.
- CEI 60077-1 - Equipamentos elétricos de material rodante
- CEI 60349-2 - Motores corrente alterna alimentados por Inversor estático
- IEEE 1482.1 - Standard for Rail Transit Vehicle Event Recorders (Caixa Preta).
- IEEE 802.11b - Standard for Wireless Local area Network.
- IEEE Std 1476 Interfaces Standard Auxiliares para Trens de Passageiros.

- IEEE Std 500 - Confiabilidade de Dados.
- IEN 50141 – Electromagnetic Compatibility. Basic immunity standard. Conducted disturbances induced by radio-frequency fields. Immunity test.
- IEN 50155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos para Material Rodante.
- ISO – International Standards Organization.
- ITU-TSS – International Telegraphic Union – Telecommunication Standards Sector, antiga denominação do CCITT
- NEMA –National Electrical Manufacturers Association
- NF F 16 101 e NF 16 102 (categoria de circulação por túnel) Resistência a fogo e emissão de fumaça.
- NFF16-101 Comportamento ao fogo. Escolha de Materiais.
- NFF16-102 Comportamento ao fogo. Escolha de Materiais, aplicações em Equipamentos Elétricos Auxiliares.
- NFPA – “National Fluid Power Association”
- NFPA 130 – "Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems".
- ODVA – Open DeviceNet Vendor Association: Organização que padroniza as tecnologias de rede tais como: DeviceNet™, EtherNet/IP™ e CompoNet™
- TIA/ EIA – 568-B.1 – “Requisitos gerais para projeto, instalação e parâmetro para testes do sistema de cabeamento estruturado”.
- TIA/ EIA – 568-B.2 – “Requerimentos elétricos e mecânicos para cabos UTP e ScTP 100 Ohms”.
- TIA/ EIA – 568-B.3 – “Componentes de cabeamento de fibra óptica”.
- TIA/ EIA – 607 – “Especificações de aterramento e links dos sistemas de cabeamento estruturado”.
- TIA/ EIA –569-A – “Especificações de infra-estrutura do cabeamento estruturado”.
- UIC - “Union Internationale des Chemins de Fer” UL - “Underwriters Laboratories Inc”.
- UIC 553 – OR - Aplicação de ar refrigerado em sistema ferroviário
- NF F – Normas Ferroviárias Francesas

1.1.3. Testes funcionais e de conformidades

Os testes deverão ser estruturados, planejados e realizados de acordo com o Programa de Comissionamento, desenvolvido pelo Fornecedor e aprovado pela TRENSURB, de modo a atender aos seguintes objetivos:

- comprovar que cada unidade, equipamento ou sistema funciona de acordo com o especificado neste Projeto Básico;
- permitir a avaliação do desempenho das unidades e equipamentos, bem como dos sistemas como um todo,
- comprovar a inexistência de falhas de implementação e de funcionamento que possam comprometer o desempenho especificado,
- complementar a documentação fornecida com informações mais realistas do comportamento dos sistemas ou equipamentos.

1.1.3.1. Sistemática dos Testes

A preparação, realização e análise dos resultados dos testes das unidades e equipamentos deverão obedecer à sistemática descrita a seguir:

1.1.3.1.1. Procedimentos

O Licitante deverá desenvolver e submeter à aprovação da TRENSURB todos os procedimentos correspondentes aos testes a serem realizados. Os procedimentos de testes a serem apresentados pelo Licitante deverão conter, no mínimo:

- objetivo do teste - descrição resumida do objetivo e finalidade do teste em questão;
- referências - indicação dos documentos do projeto que contêm as informações técnicas referentes aos sistemas, unidades e equipamentos envolvidos no teste;
- roteiro - descrição de todas as operações a serem realizadas durante o teste, necessárias para garantir que o sistema, unidade ou equipamento testado funcione conforme as finalidades para as quais foram projetados;

- lista de recursos - relação dos recursos e materiais necessários à realização do teste em questão;
- acesso - Indicação do acesso ao local específico de realização de cada etapa do teste;
- duração - indicação do período de tempo necessário a realização de cada etapa do teste.
- o documento correspondente ao procedimento deverá ser também utilizado para formalização da execução e da aceitação do respectivo teste, devendo, para tanto, dispor de espaço para rubricas, observações e anotações pertinentes.

1.1.3.1.2.Programação

Os testes serão programados em conformidade com o cronograma físico-financeiro e deverão observar os horários de acesso às áreas operacionais, após o horário de circulação comercial dos trens.

1.1.3.1.3. Execução

Os testes serão executados pelo Fornecedor com o acompanhamento da TRENSURB que poderá, para isso, designar prepostos.

O Licitante deverá prever a disponibilidade de pessoal técnico de seu próprio quadro, devidamente equipado, para a execução dos testes, além dos equipamentos e instrumentos necessários a realização dos testes.

O deslocamento de pessoal e materiais para realização dos testes será encargo do Licitante, Caso o resultado do teste seja insatisfatório, o Licitante deverá programar a realização de novo teste, após a eliminação dos fatores que impediram o êxito do teste inicial, apresentando o diagnóstico da situação que originou tal problema. Os testes adicionais não incidirão ônus à Trensurb.

1.1.3.1.4.Etapas dos Testes:

1.1.3.1.4.1. - Testes do Protótipo

Os procedimentos de testes de protótipo deverão ser submetidos à apreciação da TRENSURB para respectiva aprovação e deverão abranger todos os aspectos associados à funcionalidade dos equipamentos.

O Licitante deverá relacionar os ensaios utilizados em todos os equipamentos, materiais e produtos acabados a serem fornecidos, indicando as respectivas normas e expedindo os certificados de testes correspondentes.

O Licitante deverá efetuar as correções ou alterações que a TRENSURB julgar necessárias, devendo ser repetidos os testes cujos resultados forem considerados insatisfatórios.

1.1.3.1.4.2. - Teste de Fábrica

Todos os materiais, componentes e produtos acabados deverão ser devidamente ensaiados. O Conteúdo dos ensaios para cada tipo de equipamento compreenderá, no mínimo:

- Teste de rigidez dielétrica das partes isoladas,
- Teste de pintura;
- Teste de isolação;
- Teste de aquecimento-;
- Teste de operação mecânica;
- Verificação da correspondência da fiação em relação ao esquemático;
- Verificação da correspondência dos componentes em relação à lista de materiais e esquemáticos;
- Inspeção visual;
- Inspeção dimensional;
- Teste de fiação (continuidade);
- Teste funcional;
- Teste de aferição dos instrumentos de medida.

1.1.3.1.4.3. - Testes de Campo

Os testes de campo tem por finalidade verificar a conformidade dos equipamentos à especificação técnica, e ao projeto de instalação.

1.1.3.1.4.4. Testes de Instalação

Estes testes visam verificar os equipamentos quanto às conexões, identificações da cabeação, pintura, alinhamento mecânico e tolerâncias.

1.1.3.1.4.4.1. Testes de funcionamento do equipamento isolado

Após a verificação e aprovação dos equipamentos quanto à sua instalação, devem ser efetuados os testes funcionais de cada um isoladamente.

1.1.3.1.4.4.2. Testes de funcionamento dos equipamentos integrados ao sistema.

Durante os testes operacionais deverá ser verificado se o equipamento ocasiona interferência em outros equipamentos ou se mostra susceptível a interferências provenientes de outros equipamentos ou subsistemas.

Se constatarem quaisquer interferências provocadas ou sofridas pelo Sistema de Licitação, caberá à sua eliminação, sem que nenhum ônus seja imputado à TRENSURB.

O objetivo destes testes é verificar o desempenho dos equipamentos quando integrados ao sistema de que farão parte.

1.1.3.1.4.4.3. Teste de funcionamento do Sistema Global

O objetivo deste teste é verificar o funcionamento de todos os equipamentos quando em operação integrada ao sistema centralizado.

1.1.3.1.5. Ensaios e Testes

Todos os equipamentos deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e

rotina, conforme a norma EN-50155, que são:

- funcional;
- de transitórios;
- vibração e choques;
- elevação de temperatura (calor seco e úmido);
- surtos de tensão;
- tensão suportável;
- distorção de harmônicos de sinal;
- medições de relação sinal/ruído;
- níveis de emissão de ruídos eletromagnéticos;

Os testes de tipo devem estar de acordo com as normas NBR-5390, MB 451, MIL STD 810E, MIL STD 901D, NBR 10085, NB 9003, NBR 6146.

Os testes de tipo devem ser aplicados pela Contratada, em suas dependências e na presença de um representante da TRENSURB.

Os testes de tipo devem ser realizados em todos os equipamentos protótipos, em um dos cinco primeiros equipamentos fabricados e em um escolhido pela TRENSURB.

Os equipamentos protótipos devem atender aos requisitos funcionais e técnicos e, estas características devem ser mantidas para os equipamentos de série.

A condição fundamental para a fabricação dos equipamentos de série é a aceitação dos testes de tipo, por parte da TRENSURB.

A reprovação de qualquer equipamento de série, escolhido pela TRENSURB, implica na reprovação dos equipamentos aceitos até então.

As limitações quanto à aplicação dos procedimentos de testes devem ser submetidas à avaliação da TRENSURB.

1.1.4 Recebimento do sistema

Todos os itens constituintes do fornecimento serão testados em várias etapas com o propósito de detectar falhas em projeto, materiais ou e-xecução.

A aceitação de um equipamento em uma etapa intermediária significa a concordância da TRENSURB em se prosseguir com o fornecimento,

não eximindo o fornecedor da responsabilidade de cumprir com todas as exigências feitas por esta especificação.

O inspetor da contratante poderá impugnar materiais, em qualquer etapa do fornecimento, se os mesmos não se enquadrarem dentro das normas ou padrões aplicáveis e a aceitação dos materiais e serviços caberá exclusivamente a ele.

O fornecedor não poderá embalar nenhum tipo de equipamento sem antes terem sido dados como aceitos, por escrito, pela contratante, todos os relatórios contendo os ensaios e testes dos materiais e equipamentos.

O fornecedor deverá fornecer mão-de-obra e todos os instrumentos e elementos necessários à inspeção, verificação e testes de fábrica e de campo de todos os equipamentos constantes no fornecimento.

Serão de responsabilidade do fornecedor todos os custos adicionais de inspeção provocados por falta de materiais, equipamentos ou por má qualidade de fabricação na data pré determinada para inspeção.

O fornecedor não será eximido de sua responsabilidade de fornecer equipamentos em condições de operar, completos e de acordo com as ordens de compra, com o contrato e as especificações, mesmo tendo sido aceitos durante a inspeção.

Os relatórios deverão mostrar claramente que os resultados dos testes são compatíveis com todas as especificações aplicáveis.

Qualquer deficiência ou desvio técnico apresentado pelo sistema será de inteira responsabilidade do fornecedor, cabendo a este a correção de tais eventos ou substituição do seu equipamento, material ou acessório.

Tal responsabilidade se estende a danos que por ventura sejam causador em outros equipamentos do fornecedor ou não, que façam ou não, parte do fornecimento dos equipamentos por ele fornecidos, cabendo ao fornecedor substituir o equipamento danificado ou indenizar a contratante quando o equipamento for fornecido por terceiros.

A não disponibilidade de recursos por parte do fornecedor para realizar alguns dos testes previstos ou solicitados pela contratante implicará na obrigatoriedade dele de providenciar os instrumentos ou os recursos junto a terceiros.

As despesas de transporte, estadia e alimentação para acompanhamento de inspeções e aceitação fora da região metropolitana de Porto Alegre, correrão por conta do fornecedor.

1.1.4.1. Recebimento em Fábrica

Os testes de fábrica deverão ser executados antes dos equipamento serem enviados para instalação nas Estações de Passageiros e nos Trens. O licitante deverá apresentar em sua proposta a relação de equipamentos que deverão receber a certificação em fábrica. As despesas de hotel e passagens devem ser arcadas pelo licitante.

1.1.4.2. Recebimento Provisório;

Caso os testes descritos no Item TESTES FUNCIONAIS E DE CONFORMIDADES sejam considerados aprovados, a TRENSURB efetuará a aprovação do resultado dos testes e emitirá o Certificado de Aceitação Provisória dos Sistemas integrantes deste documento, i*niciando o período de garantia contratual*.

O Certificado de Aceitação Provisória do primeiro trem será emitido após o cumprimento dos seguintes requisitos:

- Entrega da documentação completa exigida nesta ET;

- Entrega dos softwares e licenças de utilização;

- Realização e aprovação dos treinamentos ministrados e certificações;

- Entrega dos sobressalentes básicos, definidos em conjunto com a Contratada na fase de elaboração do projeto.

1.2 CARACTERÍSTICAS DO TREM

Os trens deverão ser compostos por seis ou quatro carros, sendo 50% dos carros motorizados e os carros de Extremidades com Cabine. Os Carros motorizados deverão ter mancal de rolamento externo com labirinto ou retentor e com ponta de eixo exposta com flange, para futuramente acoplar o odômetro para uso de outro tipo de controle que seja necessário, detalhes serão definidos em projeto.

A capacidade nominal do trem deverá ser de no mínimo 270 passageiros por carro, definida para uma densidade de 6 passageiros em pé por m2. Para essa mesma densidade deverá haver uma oferta mínima de 20 % de lugares sentados do total do carregamento do veículo.

O peso médio de cada passageiro para efeito de cálculo deverá ser de 75 daN.

A alimentação elétrica do trem será através de catenária em 3.000 Vcc.

A bitola da via é de 1.600 mm.

A caixa do trem deverá ser em aço inox, com 4 portas de cada lado, equidistantes, com 1.600 mm de largura e 1.900 mm de altura cada e deverá haver passagem entre carros do tipo “OPEN WIDE GANGWAY” atendendo as normas NBR 14021 e UIC 561.

A cabine dos carros de extremidade deverá ser projetada para que no futuro o trem possa ser operado em condução “ATO”.

1.2.1 Dimensões

As dimensões básicas aproximadas de referência do carro deverão ser as seguintes, respeitando a altura da plataforma e gabarito de livre passagem da via:

Carros Cabine (entre faces do engates) – permitindo Cabine alongada (dimensão aproximada)	22.150 mm
Carros Intermediários entre faces dos engates (dimensão aproximada)	22.100 mm
Comprimento Total do Trem entre faces dos engates (dimensão aproximada)	132.700 mm (6 carros) 88.500 mm (4 carros)
Largura Externa	2.980 mm
Largura mínima da passagem entre carros (Open Wide Gangway)	1.600 mm
Altura da Linha de Centro do Engate (Ref. Topo do boleto do trilho)	990 ± 10 mm
Altura do Piso Acabado Engate (Ref. Topo do boleto do trilho)	1.305 +0/-20 mm
Altura mínima do pé direito do trem	2.200 mm

1.2.2 Condições operacionais

A Linha da TRENSURB tem extensão aproximada de 42 km. A distância média entre estações é de aproximadamente 2.100 m e a distância mínima de 1.500 m.

Os trens deverão operar em estações com plataformas iguais de 200 m de comprimento e altura de 1.305 mm, medida do topo do trilho até o nível do piso da plataforma.

Os trens em qualquer condição de carga serão operados continuamente 20h por dia, com velocidade máxima de operação comercial de 90km/h.

A velocidade máxima que o TUE deverá atingir é de 120 km/h.

O tempo nominal de parada nas estações deverá ser 20s, sendo possível haver paradas mais curtas ou mais longas.

Os trens poderão ser conduzidos em operação Manual (Frente/Ré) e futuramente por ATO.

1.2.3 Modos operacionais

No console da cabine de condução dos carros de extremidade deverá haver um conjunto de chaves e alavancas, por meio das quais serão feitas a seleção do sentido de marcha, modo operacional e controle da tração e frenagem.

Sentido de Marcha: Frente, Neutro e Ré.

Controladora de Tração, Freio de Serviço, Emergência e “Homem morto”.

O modo de condução operacional será com sistema ATC/ATS e a Contratada deverá prever a condução automática do Trem, ATO.

Deverão ser previstos 3 (três) modos operacionais possíveis, a saber:

- Condução por Velocidade Imposta (VI);
- Condução de Manobra (CM);
- Condução de Emergência (CE).

Os equipamentos deverão ser redundantes de forma que, na falha de um equipamento, no modo de condução por Velocidade Imposta, o outro assuma as funções automaticamente.

A seleção de cabine líder será realizada com chave específica comum a todas as cabines. Deverá ser previsto um sistema de intertravamento, o qual designará uma cabine como líder impedindo a habilitação de outra como tal.

A seleção da cabine líder somente poderá ser realizada com o Trem parado.

A indicação da existência de cabine selecionada deverá ser feita através de uma indicação luminosa no console ou nos monitores dos carros com cabine.

Na mudança de cabine líder deverá ser mantido o estado anterior de todos os sistemas.

a.) Condução por velocidade imposta – VI

O controlador de velocidade imposta permitirá ao operador fixar a velocidade desejada e deverá ser intertravado com a chave reversora de sentido de marcha, de modo a torná-la operante somente na cabine líder.

Neste modo de condução o Trem deverá automaticamente estabelecer a menor das velocidades entre a estabelecida pelo operador e a informada pelo ATC.

b.) Condução de manobra – CM

Neste modo de condução, a velocidade máxima será limitada a 10 km/h (Deverá ser configurável diretamente pela TRENSURB).

Preferencialmente deverá ser utilizado o mesmo controlador de velocidade imposta configurado para este modo de operação, devendo o ângulo de deslocamento do mesmo ser proporcional à aceleração desejada

.

c.) Condução de Emergência – CE

No caso da indisponibilidade operacional do modo de condução por velocidade imposta, por falha do controlador, deverá existir um modo que permita a tração do Trem.

1.2.4 Continuidade Operativa e Remoção do Trem

No projeto dos comandos e controles dos equipamentos, bem como na sua instalação, deverá ser considerado com extremo cuidado o fato de que defeitos ocorridos em um carro permaneçam estanques nesse carro, prejudicando o mínimo possível a operação do trem como um todo, evitando-se ao máximo paralisá-lo. Para tanto, deverão ser utilizadas redundâncias e facilidades para contornar esse tipo de defeito. Estas facilidades devem ser de acionamento bastante simples e rápido para serem utilizadas pelos operadores.

De forma geral, o trem deverá ter possibilidade de ser retirado de operação por meios próprios (auto-reboque) e com toda segurança. No

caso de não haver comando no trem em nenhuma das cabines de condução, o trem deverá ser removido por rebocamento, com facilidade e segurança. O projeto e a fabricação deverão ser desenvolvidos de forma que o rebocamento do trem seja uma ocorrência rara.

1.2.5 Rebocamento

Deverá ser previsto o reboque de um Trem avariado por outro Trem da mesma série, de outra série, por locomotiva ou por trator ferroviário (Track Mobile).

a) Rebocamento de um trem por trem de outra série, por locomotiva ou trator ferroviário (Track Mobile). Nesta condição o sistema proposto deverá garantir:
   - A aplicação e o alívio dos freios de serviço e de emergência do trem pelo trem de outra série, pela locomotiva ou trator ferroviário;
   - Que na ocorrência de desacoplamento acidental entre quaisquer carros do trem, entre os trens, ou entre o trem e a locomotiva ou trator ferroviário, será aplicada frenagem de emergência no trem rebocado;
   - Caso o encanamento de reboque por locomotiva esteja despressurizado não deverá ser possível a tração;
   - Deverá ser garantido que no desacoplamento do trem de outra série, da locomotiva ou trator ferroviário o trem rebocado terá seu freio aplicado em nível de emergência.

b) Rebocamento de um trem por outro da mesma série. Nesta condição o sistema proposto deverá garantir:
   - A possibilidade de se comandar o freio de serviço do trem a ser rebocado desde que ele esteja energizado (baixa tensão);
   - A aplicação e o alívio do freio de emergência no Trem, a partir de qualquer das cabines do trem rebocado (desde que a o sistema de baixa tensão esteja energizado) e no rebocador;
   - A comunicação entre operadores de quaisquer das cabines dos Trens;
   - A aplicação do freio de emergência tanto no Trem rebocador quanto no rebocado no caso de desacoplamento acidental de carros ou do Trem;

- Deverá ser garantido que, no desacoplamento da composição, o trem rebocado terá seu freio aplicado em nível de emergência.

Em ambas as condições descritas, os Trens deverão permitir o engate / desengate por dispositivos instalados na cabine de comando sem necessidade da intervenção do operador ou outro funcionário do lado de fora da cabine para efetuar a operação. Nestas condições, também deverá permitir o engate separadamente das porções mecânica / pneumática e elétricas do engate entre os veículos envolvidos no rebocamento.

A operação de rebocamento deverá ser segura com velocidade de, no máximo, 30 km/h na modalidade Manual e 40 km/h na modalidade ATO, quando este sistema for instalado.

1.3 DESEMPENHO

Deverão ser consideradas as seguintes condições para a verificação do desempenho de tração e frenagem do trem completo equipado com 50% dos rodeiros motorizados e um ou dois rodeiros livres para medição de referência de velocidade:

- via em tangente e nível;
- Tensão nominal da linha;
- As condições de carga de vazio (AW0) ao carregamento de 8 pass. em pé/m² (AW4);
- Velocidade máxima operacional do trem: 90 km/h.

1.3.1 Desempenho em Tração

O trem, em qualquer condição de carga até 10 pass./m², em tangente e em nível, deverá possuir um valor máximo de aceleração inicial de partida de 0,9 m/s² (-0% +10%). A aceleração média entre 0 e 60km/h deverá garantir que a velocidade máxima seja atingida em menos de 30 segundos, contados a partir do comando de tração.

Após a partida é possível uma diminuição gradativa da aceleração pelas curvas características dos motores, porém, essa deverá ser superior a 0,2 m/s² para velocidade acima de 60 km/h, condição de máxima propulsão, tensão de linha em 3.000 Vcc e carro carregado.

A variação da aceleração com o tempo (jerk) deverá ser de no máximo 1,0 m/s³.

A variação da aceleração (jerk) deverá ser em torno de 0,75 m/s³, com

possibilidade de ajuste de 0,5 a 1,5 m/s³.

A Contratada deverá apresentar as curvas de esforço de tração x velocidade e de aceleração x velocidade, para as condições de carro vazio e carro carregado (10 pass./m²) e tensões de linha mínima, nominal e máxima, considerando tangente e nível.

1.3.2 Desempenho da Frenagem de Serviço

A frenagem de serviço deverá ser elétrica regenerativa nos carros motores. Se a linha não for receptiva a frenagem deverá ser reostática.

A frenagem de serviço elétrica deverá ser plena para qualquer condição de carga e velocidade entre 90 e 5 km/h. Para valores de velocidade acima de 90 km/h e abaixo de 5 km/h, a frenagem elétrica deverá ser limitada apenas pela potência máxima dos motores e complementada pelo freio de atrito (blending).

A frenagem de serviço deverá garantir uma desaceleração máxima de 1,0 m/s² (- 0% + 15%), independente da velocidade do trem, com carregamento de até 8 pass./m².

Para garantir a taxa de 1,0 m/s² no caso de falha de freio elétrico de um ou mais carros, deverá ser considerada a composição da frenagem elétrica (regenerativa / reostática) dos demais carros, com a frenagem por atrito (pneumática).

No caso de falha ou inoperância do freio elétrico, a taxa de 1,0m/s² deverá ser garantida somente com o freio de atrito (pneumático).

A taxa de 1,0 m/s² deverá ser considerada medida 2 segundos após o comando da aplicação de freio, até a remoção do comando ou 2 segundos antes da parada completa do trem, para qualquer velocidade.

A variação da desaceleração com o tempo (jerk) deverá ser no máximo 1 m/s³.

A participação do freio elétrico deverá ser otimizada, de modo a minimizar o desgaste do material das pastilhas de freio de atrito.

A Contratada deverá apresentar as principais curvas características de variação de velocidade e desaceleração, para carro vazio e carregado (10 pass./m²) e tensões de linha nominal, mínima e máxima.

1.3.3 Desempenho da Frenagem de Emergência

A frenagem de emergência deverá ser apenas por atrito e garantir uma taxa de desaceleração de 1,2 m/s² (- 0% + 15%) para qualquer

velocidade. Este valor deve ser considerado para um trem com lotação até 10 pass./m².

A taxa de 1,2 m/s² deverá ser considerada desde a solicitação de aplicação da frenagem até a parada do trem, para qualquer velocidade.

O freio de emergência poderá ser aplicado pelos seguintes meios:

- Pelo Operador:
  - Atuação do dispositivo de homem morto;
  - Acionamento da alavanca de comando de tração e freio, na posição freio de emergência;
  - Acionamento do dispositivo de aplicação de emergência instalado no console.
- Pelo passageiro:
  - Acionamento do Botão Soco;
- Automaticamente:
  - Pelo comando do ATS
  - Pelo comando do ATO (quando for instalado);
  - Detecção de baixa pressão no encanamento principal;

Depois de aplicada a frenagem de emergência, esta deverá ser irreversível e deverá impedir a retomada da tração até a parada total do trem, nos casos de que sua aplicação tenha sido feita pelo operador ou pelo passageiro.

A Contratada deverá prever e proporcionar condições para que a frenagem de emergência também possa ser aplicada pelo sistema de ATO, quando da sua instalação, e a retomada da tração pelo sistema de sinalização poderá ser feita a qualquer tempo a critério do ATO quando este sistema for instalado.

O acionamento da frenagem emergência deverá estar associado a uma sinalização sonora e luminosa na cabine.

1.3.4 Tempos de Resposta

O tempo de resposta para a retirada total do freio de atrito, a partir do comando até 10 % do valor nominal deverá ser inferior a 1 segundo.

O intervalo de tempo entre o comando de frenagem de serviço (requerido pelo operador ou condução automática) e o instante em que a desaceleração atingir 90% do seu valor nominal deverá ser inferior a 2 segundos.

No caso de frenagem de emergência, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação de emergência, por qualquer um dos meios disponíveis e o instante em que o freio atingir 90% do seu valor nominal, deverá ser inferior a 2,5 segundos.

Considerando as diversas condições de solavanco estabelecidas, o intervalo de tempo de transição de máximo freio elétrico à máxima tração, isto é, máxima corrente de frenagem até a máxima corrente de tração e vice-versa deverá ser inferior a 2,5 segundos.

1.4 PARÂMETROS DE PROJETO

1.4.1 Alimentação Elétrica

A energia elétrica para os trens será fornecida através de rede aérea flexível, autocompensada ou rígida.A tensão das catenárias será em corrente contínua e obedecerá aos seguintes valores:

- tensão nominal 3.000 Vcc
- tensão máxima 3.600 Vcc
- tensão mínima 2.400 Vcc

Todo equipamento alimentado diretamente pela rede aérea deverá operar satisfatoriamente em qualquer valor de tensão entre 2.400 e 3.600 Vcc, mesmo ocorrendo variações bruscas de valores contidos nesta faixa.

A captação de energia elétrica da catenária deverá ser feita através de pantógrafos instalados na cobertura do trem.

Para cada pantógrafo ativo, deverá haver um pantógrafo reserva, sendo que o cabo de alimentação elétrica deverá ser dimensionado para atender esta situação e alimentar as cargas dos carros na condição mais desfavorável, 10 pass/m² e tensão mínima de funcionamento.

1.4.2 Tensão do Serviço Auxiliar

Existirão três tensões para serviço auxiliar nos carros:

a) Sistema de corrente alternada, trifásica, de neutro aterrado, com tensão nominal 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro, em freqüência industrial de 60 ± 0,5 Hz.

   A alimentação em 380 V tem o objetivo de alimentar o motor do compressor do sistema de suprimento de ar e também os motores dos compressores e ventiladores dos evaporadores/condensadores

do sistema de ar refrigerado, motores auxiliares de ventilação dos sistemas de tração (se houverem).

A alimentação em 220V tem o objetivo de alimentar a Iluminação do salão de passageiros, tomadas para equipamentos de testes, limpeza, instrumentos operacionais (transceptor) no console e pequenos motores de ventilação de equipamentos eletrônicos.

b) sistema de corrente contínua, constituído pelo conjunto bateria - retificador, cuja tensão obedecerá aos seguintes valores:

Tensão nominal	Tensão máxima	Tensão mínima
72 Vcc	86 Vcc	50 Vcc

Os equipamentos alimentados pela rede de corrente contínua deverão operar, satisfatoriamente em qualquer valor da tensão entre 86 e 50 Vcc.

Esse sistema tem o objetivo de alimentar todos os equipamentos eletrônicos e intertravamentos elétricos de comando do trem, iluminação de emergência do salão de passageiros, iluminação da cabine do operador e ventilação de emergência do salão de passageiros.

c) sistema de alimentação corrente contínua com tensão nominal de 24 V para faróis, luz de cauda, demarcadora, limpador de para-brisa, motor do esguicho do para-brisa, iluminação interna dos armários, de emergência da cabine e salão de passageiros, entre outros.

1.4.3 Ruídos eletromagnéticos

Os módulos, cabos e conectores deverão possuir blindagens de modo a evitar ou provocar interferências elétricas ou eletromagnéticas.

Deverão ser tomadas medidas especiais de blindagem para evitar interferências provocadas pelos equipamentos de chaveamento, máquinas rotativas, etc.

A eliminação de ruídos eletromagnéticos deverá atender às seguintes normas: "EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 50121-1, EN 55011 e EN 50121-3-1 & 3-2 Aplicações ferroviárias — Compatibilidade Eletromagnética" ou IEC 62236-3-1 & 3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility".

A Contratada deverá fornecer o laudo técnico de instituição habilitada ou se habilitada, executar o ensaio comprovando o atendimento às normas.

Todos os equipamentos deverão ser projetados para não provocar per-

turbação no espectro de freqüência de funcionamento do equipamento de controle de bordo.

1.4.4 Níveis de Ruído

Todos os equipamentos, sistemas e componentes no carro deverão apresentar um bom desempenho acústico, não ultrapassando os níveis de ruído abaixo especificados:

a) após a instalação de todos os equipamentos no carro, o ruído externo medido a 5m do carro na plataforma, deverá ser igual ou inferior a:

- 75 dBA - trem parado, com todos os equipamentos funcionando;
- 85 dBA - trem vazio, passando sem parar pela estação a 60 km/h, com todos os equipamentos funcionando.

b) Após a instalação de todos os equipamentos no carro; o ruído interno medido a 1,2 m do piso e na linha de centro do carro deverá ser inferior a:

- 75 dBA - trem parado, com todos os equipamentos funcionando, em condições nominais, correspondendo à abertura e fechamento das portas do salão de uma lateral do carro;
- 80 dBA - trem vazio, em movimento na via, da partida até a velocidade máxima e da velocidade máxima até a parada, com todos os equipamentos funcionando.
- Os níveis deverão estar de acordo com as normas do capítulo 1.1.2.

1.4.5 Suavidade de Marcha e Ergonomia

Para segurança dos passageiros em pé, deverão ser instalados apoios e suportes (colunas e barras), de modo que os passageiros sempre possam estar sustentados pela mão.

A posição dos apoios e suportes deverá considerar a variedade de altura dos passageiros.

Para suavidade de marcha, deverão ser obedecidos os requisitos de aceleração, desaceleração e solavancos (jerks) contidos neste documento.

Atenção especial ao projeto de todos os equipamentos é importante para evitar ao máximo a geração de vibrações de modo a não afetar o conforto dos usuários.

As freqüências próprias das vibrações deverão se afastar ao máximo

possível daquelas prejudiciais à saúde e definidas pela Norma ISO 2631.

1.4.6 Condições Ambientais

Os trens deverão circular a céu aberto e futuramente em túneis em condições normais com qualquer condição climática existente na Região Metropolitana de Porto Alegre.

Todos os equipamentos deverão ser projetados para funcionamento contínuo durante 24 h/dia em capacidade nominal e em todas as condições de temperaturas ambiente.

1.4.7 Características da Via Permanente

Bitola nominal		1.600 mm
Raio mínimo de curva horizontal:		
	Via Principal	160 m
	Via de pátio (veloc. máx.30 km/h)	80 m
	Nas estações	500 m
Superelevação máxima		180 mm
Raio mínimo de curva vertical		3.000 m
Rampa máxima		4%
Trilho		TR 57 UIC 60
Altura mínima do fio de contato medida a partir do tipo do boleto do trilho		4.500 mm ± 200 mm
Altura máxima do fio de contato medida a partir do tipo do boleto do trilho		5.800 mm ± 200 mm

A superestrutura na via principal está dimensionada para suportar peso de até 16 t por eixo, instalada com fixação direta e assentada em dormentes sobre lastro.

No pátio a via permanente está assentada em dormentes sobre lastro.

1.4.8 Vibrações e Choques

Os componentes montados na caixa deverão ser dimensionados para suportar vibrações até 0,2 G, com freqüência de até 100 Hz e cargas de

choque de 2 G, com direções aleatórias, ocorrendo 50 vezes por dia.

Os componentes montados na armação do truque deverão ser projetados para suportar vibrações em todas as direções de até 4 G em freqüência de até 100 Hz, e cargas de choque de, pelo menos, 12 G verticalmente e 6 G horizontalmente, ocorrendo 50 vezes por dia.

Os componentes montados no rodeiro deverão ser projetados para suportar vibrações de até 6 G, com freqüência de até 1kHz, em todas as direções e cargas de choque não inferiores a 12 G, ocorrendo 50 vezes por dia.

1.4.9 Gabarito Estático/Dinâmico

A Contratada deverá apresentar os desenhos dos gabaritos estático e dinâmico, bem como o memorial de cálculo completo com todos os métodos e critérios adotados. Durante a fase de projeto a TRENSURB fornecerá uma lista de parâmetros que deverão ser utilizados para o cálculo de gabarito dinâmico.

Deverão ser considerados, entre outros, os seguintes fatores de influência no cálculo dos gabaritos:

- Todas as condições de movimento dinâmico;
- Folgas e desgastes dos componentes do Trem;
- Carga de 10 passageiros/ m²;
- Falhas no sistema de suspensão;
- Tráfego e estações em curvas;
- Tráfego em pontos de inflexão;
- Folgas desgastes e tolerâncias da Via Permanente.

As máximas oscilações da caixa do carro em movimento não deverão ultrapassar, mesmo nas piores condições de desgaste da via e do carro, os limites determinados pelo gabarito da TRENSURB.

1.4.10 Facilidades de Manutenção, Operação e Segurança

Os equipamentos e componentes deverão ter fácil acesso para a operação, manutenção, ajustes, inspeção, lubrificação, limpeza, montagem e desmontagem, de modo que não haja necessidade de retirada de outros equipamentos ou componentes.

Os equipamentos não deverão ser deslocados longitudinalmente ao trem para serem removidos do estrado.

Os visores de nível ou de funcionamento deverão estar protegidos mecanicamente contra sujeira e choques.

Os bicos graxeiros para relubrificação periódica deverão ser protegidos por tampas plásticas imperdíveis.

As instalações deverão ser robustas e montadas com o auxílio de ferramentas convencionais.

Se necessários dispositivos ou ferramentas especiais, estes deverão ser fornecidos pela Contratada.

Nos armários elétricos, caixas de equipamentos e sobre as sancas deverá existir um sistema de iluminação através de LEDs comandado por uma chave “Ligado” e “Desligado”, com a condição “Ligado” quando da abertura.

Os módulos e caixas de equipamentos deverão ser fechados com tampas articuladas removíveis, com fechadura padrão TRENSURB.

Os módulos do tipo encaixe por conector deverão possuir guias e travas que impeçam o esforço mecânico sobre os pinos do conector, assim como o desencaixe acidental do módulo por vibração.

Se houver conectores iguais próximos, eles deverão conter bloqueio mecânico, de forma a evitar erros de conexões.

Não será permitida a fixação de componentes, painéis ou equipamentos com buchas plásticas ou velcros.

Os dispositivos operacionais nos trens deverão ser padronizados quanto à localização, identificação, cor, formato e forma de atuação, visando à intervenção rápida e segura da operação.

Os dispositivos operacionais de isolação e derivação de portas e freio de serviço deverão ser acessíveis pelo lado externo do carro.

Os dispositivos operacionais, localizados no carro de passageiros, deverão ser posicionados para serem acionados pelo operador em pé e os dispositivos localizados do lado externo deverão ser acessíveis pela plataforma e via.

Os serviços de manutenção deverão resumir-se, tanto quanto possível, na substituição do módulo em falha.

Os equipamentos deverão apresentar meios de indicação que assegurem a rápida identificação da unidade ou módulo em falha.

Deverá existir uma sinalização com identificação na cabine e no local indicando quando o equipamento estiver desligado.

Não deverá haver equipamentos instalados sob os bancos do salão de passageiros.

1.4.11 Ciclos de Manutenção

Os carros, caixas e truques deverão ser projetados e construídos, de forma a terem vida útil mínima de 40 anos, dentro das condições de operação e manutenção constantes desta Especificação Técnica.

Quilometragem média: 140.000 km / ano (± 30.000 km).

A Contratada deverá fornecer toda a documentação em vias impressas e em mídia eletrônica editável, em Português do Brasil, prevista para todos os subsistemas, inclusive caixa, indicando todas as informações para execução das atividades de manutenção.

O ciclo de manutenção periódica mínima requerida pelo equipamento deverá ser igual ou maior que 30.000 km de operação. Os valores acima de 30.000 km deverão estar contidos em valores múltiplos inteiros do valor de quilometragem mínima especificada.

Nos casos dos equipamentos que também operam com o trem estacionado, o ciclo de manutenção periódico deverá ser de 6 meses no mínimo.

1.4.12 Teste e Diagnósticos

Todos os equipamentos e sistemas do trem que sejam microprocessados ou de tecnologia superior deverão ter funções de auto diagnóstico e conectores (USB e ethernet) para testes e leitura de dados. Nos casos dos equipamentos instalados sob o estrado do carro os conectores de testes deverão também estar disponibilizados no salão de passageiros, devidamente identificados para uso da manutenção.

O auto diagnóstico deverá permitir monitorar o funcionamento normal do equipamento, bem como memorizar variáveis no instante de uma falha, permitindo o acesso de leitura posterior pelas equipes de manutenção.

Na função “monitoração”, deverá ser possível monitorar, no mínimo:

- sinais de comando e controle;
- sensores de proteção;
- intertravamento;
- tipo de falha;
- configurações de contatores;
- variáveis referentes ao estado operacional do trem (tração, frenagem, velocidade, tensões e outras não previstas nesta

ET e sugeridas pela Contratada);

- variáveis internas e externas no instante da ocorrência de falha ou erro funcional;
- data e hora da ocorrência do evento.

O auto diagnóstico deverá ter capacidade de armazenamento de, pelo menos, as últimas 200 ocorrências de falhas, mesmo em caso de perda da alimentação elétrica do equipamento.

Os dados do auto diagnóstico deverão ser lidos em computadores portáteis, tipo “notebook”, equipados com “softwares” apropriados a eles instalados.

A Contratada deverá prever e proporcionar condições para que possa ocorrer a transmissão destes dados, na condição terra-trem, que os enviará a um sistema de controle de falhas que a TRENSURB venha a adotar.

Maiores detalhes sobre os autodiagnósticos dos equipamentos microprocessados serão apresentados durante a fase de projeto.

Nos equipamentos e sistemas elétricos do trem não controlados por microprocessadores deverão ser previstos pontos para testes e medições.

Na data de entrega do primeiro trem, antes de entrar na fase de testes de comissionamento, a Contratada e cada um dos seus subfornecedores, deverão fornecer computadores portáteis, atuais, com configurações adequadas e compatíveis, de marca aceita e conhecida no mercado local, mediante a aprovação da TRENSURB, com todos os respectivos softwares e aplicativos já instalados e funcionando, bem como os periféricos necessários para comunicação entre o computador e o equipamento, com as devidas licenças para uso dos técnicos da TRENSURB. Detalhes serão acertados antes do início dos testes.

1.4.13 Documentação Técnica

Documentos para aprovação, serão apresentados na seguinte forma: impressos em papel em 3 (três) cópias e complementarmente, à escolha do fornecedor e em comum acordo com a TRENSURB: em meio magnético ou óptico e tendo como referência/assunto.

Documentos Definitivos: Projetos Executivos “AsBuilt”, Especificações Técnicas, Manuais de Operação e Manutenção, sobressalentes: impressos em papel em 5 (cinco) cópias e gravados em Cd-rom indelével em 3 (três) cópias.

As gravações dos documentos definitivos, em CD-ROM, deverão ser efetuadas em formato hipertexto, com programa executável em ambiente Windows, dotado de “autorun”, com ícone de abertura, visualizadores que permitam ler e imprimir todos os formatos contidos no CD-ROM, sem necessidade de instalações no Disco Rígido do computador.

O índice deverá ser de procura rápida, através de duplo clique do mouse, o qual deverá remeter aos capítulos, títulos, subtítulos, anexos e arquivos contidos no mesmo. As telas deverão possuir ícones de retorno ao índice, avanço, retrocesso e navegação por capítulos.

Além da consulta direta via visualizadores, o CD deverá conter e permitir a exportação dos arquivos originais de forma a possibilitar suas atualizações e/ou correções futuras pelos programas em que foram gerados (AutoCad, Word, Excel, etc.).

Os direitos de propriedade e reprodução da matriz do CDRom serão reservados à TRENSURB.

1.4.13.1 Manuais

Deverão ser fornecidos os seguintes manuais:

a) Manual de Operação dos Equipamentos

O Manual de Operação deverá ser suficientemente detalhado e ilustrado, com vista a orientar os empregados da Trensurb, inclusive contendo informações que possam auxiliar na identificação de falhas à nível de operação.

Deverá abordar, entre outros, os seguintes assuntos:

- descrição geral do sistema;
- identificação e localização dos equipamentos;
- principais características sob o ponto de vista operacional;
- instruções para operação;
- condições de operação degradada;
- verificação de falhas a nível operacional;
- recomendações gerais.

b) Manual de Manutenção dos Equipamentos

O Manual de Manutenção deverá conter informações técnicas que permitam um perfeito entendimento das manutenções preventiva e corretiva a serem realizadas, abrangendo a descrição dos equipamentos e seu funcionamento, listas de peças sobressalentes, relação de equipamentos, ferramentas especiais e dispositivos específicos de manutenção, diagramas esquemáticos e de blocos, vistas explodidas dos equipamentos mostrando seus diversos componentes, identificação das diversas partes dos equipamentos, planta das instalações elétricas e outras informações pertinentes às manutenções.

Deverá abordar, entre outros, os seguintes assuntos:

- características gerais e descrição detalhada dos sistemas abrangendo arranjo geral, identificação e localização dos equipamentos principais e auxiliares, com o respectivo funcionamento;
- características gerais e descrição detalhada dos equipamentos e suas partes, com identificação dos níveis de sinais e formas de onda em pontos de medição e locais estratégicos para a manutenção/conserto/reparo dos mesmos;
- manutenção preventiva, abrangendo programa, periodicidade e procedimentos;
- manutenção corretiva, abrangendo procura de defeitos, desmontagem, montagem e recomendações de reparos,
- identificação de sobressalentes, materiais e peças de consumo para substituição sistemática e/ou durante as manutenções programadas, bem como informações referentes a vida útil dos mesmos;
- especificações de equipamentos, ferramentas e dispositivos especiais de manutenção;
- regras de segurança do trabalho,
- recomendações gerais.

c) Manuais de Programas de Computador

Objetivam transmitir informações que habilitem os técnicos da TRENSURB a utilizar e manter o sistema computacional, e, ainda, possibilitar a melhoria do desempenho operacional, minimizando custos de operação e manutenção.

São os seguintes os manuais a serem fornecidos:

- Manual de Operação do Sistema

- Destina-se a auxiliar a ação imediata do operador, contendo as rotinas do sistema, parâmetros e providências quando das interrupções. Este Manual é parte integrante do Manual de Detalhamento do Sistema.

- Manual de Detalhamento do Sistema

- Destina-se a instruir sobre configurações e arquivos, descrevendo tecnicamente o sistema e seus subsistemas, os fluxogramas de cada etapa do processamento, os algoritmos, a organização lógica e física dos bancos de dados, os arquivos e seus registros, os relatórios e telas, e outras formas de inserção e acesso de dados.

- Manual de Detalhamento de Programas

- Destina-se a instruir sobre os programas, de testes, as instruções especiais para implantação e instruções para operação.

Deve apresentar, alem da identificação dos programas, indicações, quanto a “hardware” e "software" empregados, e as listagens dos fontes e resultados da compilação e linkedição.

A Contratada deverá fornecer toda a documentação em vias impressas e em mídia eletrônica editável, em Português do Brasil

A Contratada deverá fornecer todos os documentos de montagens finais para aprovação do projeto. Estes documentos serão utilizados para fabricação, manutenção e operação do trem, conforme Normas Técnicas da ABNT para elaboração de textos e artigos técnicos.

Além disso, fornecerá os desenhos de fabricação, as respectivas licenças para a produção, em nível de componentes necessários, a critério da TRENSURB, para o estabelecimento dos limites de desgastes e/ou condenação de componentes para efeito de manutenção.

A numeração dos documentos técnicos deverá ser conforme a codificação estabelecida e acordada com a TRENSURB conforme norma ABNT

específica.

Deverão estar disponíveis na fábrica e nos subfornecedores os documentos e desenhos necessários à inspeção e acompanhamento de fabricação.

A Contratada deverá fornecer os documentos técnicos (desenhos, especificações, procedimentos, catálogos, manuais de operação, manutenção, memorial descritivo e outros), de montagens finais do trem e também dos equipamentos, dispositivos e ferramentas especiais, inclusive os supridos pelos subfornecedores. Estes documentos, sem exceção, deverão ser em Português do Brasil e entregues até a data do recebimento do primeiro Trem.

Além dos desenhos de esquemas elétricos funcionais e diagramas do trem, a Contratada deverá entregar até a data do recebimento do primeiro Trem:

- documentação de equipamentos eletrônicos e softwares;
- esquemas e diagramas elétricos dos cartões de circuitos impressos de cada um dos equipamentos pertinentes;
- desenho da disposição dos componentes dos cartões;
- lista de materiais com as características de cada componente;
- esquemas funcionais com as respectivas interligações elétricas entre os módulos dos equipamentos e dos sistemas;
- arquivos dos programas executáveis na versão atualizada, instalada nos equipamentos do trem, de modo a permitir a manutenção, quando da necessidade de substituição e conseqüente reprogramação dos dispositivos programáveis, como EEPROMs, FPGA, microcontroladores e outros;
- hardwares específicos para a gravação e/ou atualização dos programas executáveis dos cartões de circuito impresso, bem como para a gravação de memórias, FPGAs, microcontroladores, microprocessadores e outros;
- descrição detalhada dos softwares (fluxograma, pseudocódigos e listagem do programa) de forma a permitir o conhecimento detalhado da lógica implementada no programa, para o desenvolvimento do treinamento e pesquisas de falhas.

Toda a documentação técnica fornecida será de propriedade e uso exclusivo da TRENSURB, ressalvado o direito de propriedade do projeto da Contratada. Toda documentação técnica fornecida deverá ser elabo-

rada, em português do Brasil e de acordo com normatização da TRENSURB.

1.4.14 Requisitos Gerais de CDMS

Esse item estabelece requisitos gerais de CDMS (Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança - Normas e Documentação) serão exigidos no fornecimento do primeiro Trem e seus equipamentos.

Os requisitos de CDMS para cada uma das fases do ciclo de vida do sistema deverão estar baseados na metodologia estabelecida na norma CENELEC EN50126. Essa norma divide o ciclo de vida de um sistema em fases e apresenta atividades e objetivos próprios para cada fase, de modo a assegurar o desempenho de CDMS adequado no ciclo de vida total, incluindo o próprio Desenvolvimento e Fornecimento, Aceitação ou Comissionamento, Operação, Manutenção e Descomissionamento do sistema ao fim de sua vida útil.

A documentação final, decorrente do desenvolvimento do projeto global do trem e dos projetos dos seus subsistemas, conforme a metodologia estabelecida, deve contemplar todos os requisitos de CDMS e fazem parte do escopo do fornecimento de documentações.

No projeto, dimensionamento dos componentes, verificações dos requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança devem ser consultados e observados os requisitos das normas aplicáveis em cada caso.

Dessa forma, a documentação a ser fornecida para cada equipamento e subsistema do trem deverá conter, de forma detalhada:

a) Especificação do Sistema e Condições de Aplicação

Deverão ser especificados:

- Parâmetros básicos do subsistema;
- Requisitos funcionais e de desempenho;
- Interfaces homem/máquina;
- Interfaces com outros subsistemas do trem ou outros sistemas das estações; Interfaces com o meio ambiente; Os limites de contorno do subsistema;
- Objetivos e filosofia de CDMS característicos do subsistema; As condições que influenciam as características do subsistema; Estratégias, logística e condições para a operação de longo prazo;

- Estratégias, logística e condições para a manutenção de longo prazo;
- Considerações sobre a vida útil do subsistema, incluindo os fatores de estratégias e periodicidades de manutenção e de descomissionamento associados ao ciclo de vida de seus componentes.

b) Análises de Segurança e Proteções do Sistema e Planos de Segurança e Proteção

b1)Identificação dos perigos e riscos:

- inerentes aos processos de Operação e Manutenção;
- associados ao meio-ambiente;
- relativos à segurança pública;
- Dos subsistemas associados aos perigos identificados;
- Dos tipos de eventos ou seqüência de eventos que poderão provocar acidentes ou situações perigosas, incluindo falhas de componentes, erros nos procedimentos e erros humanos;
- Identificação e priorização dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
    - Operação em condições normais;
    - Operação em condições de defeito;
    - Operação em situações de emergência;
    - Mau uso do sistema;
    - Interfaces do sistema;
    - Funcionalidade do subsistema;
    - Questões relativas à operação e manutenção;
    - Fatores humanos;
    - Questões de saúde ocupacional;
    - Características do meio ambiente;
    - Condições climáticas.
    - Estimativa da frequência de ocorrência e a gravidade de cada perigo;

b2) Processos de Garantia da Segurança e Proteção

Deverão conter:

- Descrição dos critérios de tolerância aos riscos;
- Descrição dos processos adotados, suas premissas e restrições para a “Garantia da Segurança e Proteção” do subsistema;
- Processos de validação da garantia de segurança e proteção (como testes, análises dos processos de segurança e proteções, análises de segurança por entidade independente, laudos de laboratórios etc.) aplicados ao subsistema.

b3) Plano de Segurança e Proteção

Deverão ser especificados os Planos de Segurança e Proteção, devendo conter:

- Escopo do Plano;
- Estratégias para garantia da segurança e proteção;
- Detalhamento das responsabilidades, competências e inter-relações entre as áreas na realização das atividades ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento;
- Descrição do ciclo de vida do sistema e das atividades de segurança e proteção que devem ser conduzidas ao longo do ciclo de vida e quaisquer interdependências;
- Os processos de engenharia para avaliação de segurança e proteção a serem empregados ao longo do ciclo de vida, incluindo os processos para:
  - Assegurar um grau apropriado de independência de pessoal na realização das atividades, compatível com os riscos do sistema;
  - Identificação e análise dos perigos;
  - Avaliação e gestão dos riscos;
  - Critério de tolerância aos riscos;
  - Avaliação, verificação e validação contínua da adequação dos requisitos de segurança e proteção;
  - Auditoria da segurança e proteção, para verificar conformidade do processo de gestão com o Plano de Segurança e Proteção;

- Procedimentos para tratar as não conformidades.
- Processos para a aprovação da segurança e proteção do sistema;
- Processos para aprovação das modificações no sistema relacionadas à segurança e proteção;
- Processos para análise do desempenho da operação e da manutenção para verificar se a segurança e proteção efetivas estão em conformidade com os requisitos;
- Processos para a manutenção dos documentos relacionados à segurança e proteção;
- Interfaces com outros planos de Manutenção e Procedimentos de Operação;
- Restrições e premissas assumidas no plano;
- Gestão de subfornecedores;
- Requisitos para a realização avaliações periódicas de segurança e proteção ao longo de todo o ciclo de vida do sistema, Plano de CDM dos Subsistemas.

Deverá ser especificado Plano de CDM para os subsistemas, suas características de confiabilidade e desempenho, requisitos para aceitação e comissionamento, requisitos de manutenção e operação ao longo de sua vida útil e descomissionamento ao final de sua vida útil, devendo conter:

- Escopo do plano;
- Descrição do sistema;
- Ciclo de vida do sistema e atividades e processos de CDM que deverão ser executados ao longo do ciclo de vida, especificamente a sequencia das atividades de CDM para assegurar o máximo desempenho;
- Responsabilidades, competências e inter-relações das áreas que realizam atividades ao longo do ciclo de vida.

c) Confiabilidade, disponibilidade e manutebilidade

c1) Confiabilidade

Deverão conter:

- Análise e previsão de confiabilidade geral do subsistema;

- Análise funcional e definição de falhas do sistema;
- Descrição dos critérios de tolerância a falhas;
- Distribuição da confiabilidade;
- Plano de confiabilidade assegurada dos componentes;
- Plano de qualidade/confiabilidade assegurada do software;
- Vida útil dos componentes;
- Processos de avaliação de dados relativos à confiabilidade;
- Processos de validação da garantia da confiabilidade (como testes, análises dos itens de confiabilidade, laudos de laboratórios etc.) aplicados ao subsistema.

c2) Disponibilidade

Deverão conter:

- Análise e previsão da disponibilidade durante a operação;
- Aquisição e avaliação de dados relativos à disponibilidade;
- Análise dos dados para a melhoria da disponibilidade;
- Descrição dos critérios de tolerância a falhas e níveis de degradação das funções operacionais previstas;
- Descrição dos processos adotados, suas premissas e restrições, para a Garantia da disponibilidade do subsistema;
- Processos de validação da garantia da disponibilidade (como testes, análises funcionais, laudos de laboratórios, etc.) aplicados ao subsistema.

c3) Manutenibilidade

Deverão conter:

- Características de manutenibilidade do subsistema e facilidades previstas para a manutenção do subsistema;
- Análise e previsão do Tempo Médio de Reparo previsto ao subsistema;
- Plano e procedimentos previstos para a aceitação e Comissionamento do subsistema;

- Plano e estratégias das atividades de manutenção dos equipamentos do subsistema contendo:
- Descrição das atividades de manutenção periódica para o subsistema e suas periodicidades;
- Procedimentos de Manutenção requeridos pelos equipamentos;
- Equipamentos de testes e ferramentas a serem utilizadas nas várias atividades de manutenção;
- Procedimentos de Inspeção, Ajustes e Testes para certificação do correto estado funcional dos equipamentos;
- Demais documentações previstas no fornecimento, bem como manuais de operação e manutenção.
- Procedimentos para manutenção dos equipamentos microprocessados e componentes programáveis, detalhando rotinas, processos e equipamentos para sua gravação e substituição em casos de falhas;
- Informações técnicas detalhadas de cada equipamento incluindo:
    - características técnicas;
    - descritivo de funcionamento;
    - esquemas elétricos;
    - desenhos e especificações de montagem;
    - descrição e características dos sinais das entradas e saídas;
    - fluxograma funcional dos softwares, suas variáveis internas e tempos dos sinais de entrada e saída;
    - listagem de materiais;
    - lubrificantes indicados e seus volumes;
    - interligações e interconexões com outros equipamentos ou subsistemas
- Avaliação das opções de manutenção centrada na confiabilidade (RCM - Reliability Centered Maintenance);
- Descrição do apoio logístico, pessoal, instalações de manutenção e sobressalentes necessários às atividades de manu-

tenção do subsistema;

- Precauções relativas à segurança de pessoal;
- Requisitos do programa de treinamento;
- Condições de embalagem, manuseio, transporte e armazenamento;
- Gestão de subfornecedores.

1.4.15 Sobressalentes e material de giro

O efetivo fornecimento fica sujeito à decisão final da TRENSURB, que examinará a conveniência e definirá, com total liberdade, os itens e as quantidades a serem adquiridas. Esta listagem será individualizada por equipamento e deverá conter, no mínimo, as informações abaixo relacionadas:

- nome do componente;
- referência de fabricante ou de catálogo;
- nome do equipamento em que se utiliza tal componente;
- posição de utilização no equipamento;
- tempo Médio entre Falhas (MTBF) de peças específicas dos equipamentos;
- preço unitário, a ser especificado na proposta de preços;

Os sobressalentes adquiridos, que percam sua atualidade em face de modificações ou substituições por falha de projeto, material ou mão-de-obra de má qualidade, serão substituídos pelo fornecedor, por outros compatíveis com as modificações, sem quaisquer ônus para a TRENSURB.

O Fornecedor garantirá o fornecimento de todos os sobressalentes necessários à manutenção do Sistema, por um período mínimo de 10 anos, a partir da data em que for dado o termo de Aceitação Definitiva do mesmo pela TRENSURB

A Contratada, baseada nos índices de confiabilidade dos diversos equipamentos e componentes, deverá detalhar, justificar e comprovar o número e o tipo de sobressalentes a serem fornecidos, de forma a garantir a operacionalidade dos trens. Estes itens deverão ser detalha-

dos com a TRENSURB na fase de desenvolvimento de projeto. Deverá ser previsto para estes sobressalentes um percentual de 3% do valor do contrato.

Além dos sobressalentes, deverá ser previsto o fornecimento de materiais de giro para a manutenção, composta pela tabela a seguir:

LISTA DE ITENS DE GIRO		
ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE
Para-brisa do TUE	Peça	2
Banco do operador	Um	2
Climatizador da cabine	Um	2
Climatizador do salão	Peça	4
Janelas do salão	Peça	8
Pantógrafo	Peça	4
Truques motores	Peça	6
Truques reboques	Peça	6
Válvula de nivelamento	Peça	Para 6 carros
Inversor estático de tração	Peça	4
Motor de tração	Peça	4
Sistema do motor de porta	Peça	48
Compressor principal	Peça	4
Compressor auxiliar	Peça	2
Ventiladores	Peça	Para 1 TUE
Exaustores	Peça	Para 1 TUE
Inversor estático	Peça	4
Unidade de tratamento de ar	Peça	4
Caixa de chave de linha (ou equipamento equivalente)	Peça	2
Banco de baterias	Peça	1
Engate entre trens	Peça	2

1.4.16 Confiabilidade e Disponibilidade

Os sistemas do trem deverão atender os requisitos mínimos de confiabilidade estabelecidos na tabela a seguir, conforme a norma MIL-HDBK- 338, MIL- HDBK- 217 e MIL-STD-721 ou IEC 62278 - "Railway Applications – Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety".

As falhas ou defeitos apresentados durante os testes de aceitação, nos 36.000 km iniciais ou 3 meses de operação do trem não deverão ser computadas no cálculo de confiabilidade.

Para que a verificação dos índices de confiabilidade seja válida, a TRENSURB seguirá os procedimentos do "Plano de Manutenção Preventiva" especificado para o Trem.

Para efeito de cálculo, deverá ser considerada a frota de trens e respectivos equipamentos e sistemas, funcionando de até 24 horas por dia (operação normal de 20 horas/dia), durante 30 dias por mês e o trem percorrendo em média 850 km/dia.

O MKBF é a distância média, em quilômetros, acumulada em cada um dos trens entre uma falha e a subsequente em cada um dos sistemas dos trens.

No Anexo C estão agrupados os equipamentos e componentes de cada sistema com os MKBFs mínimos. A Contratada deverá garantir na proposta o MKBF, igual ou maior aos valores de cada um dos sistemas do trem:

A disponibilidade do trem deverá ser de, no mínimo, 99%.

1.5 MATERIAL E MÃO-DE-OBRA

Todos os materiais e componentes utilizados no projeto e fabricação dos carros e equipamentos deverão ser de qualidade comprovada e aprovada pela TRENSURB.

Sempre que possível os materiais utilizados deverão ser de procedência nacional.

Ensaios para determinação de qualidade deverão ser executados nos materiais empregados para a fabricação dos carros, conforme especificado e com a devida emissão de certificados por instituições habilitadas pelo INMETRO, IPT ou órgão certificador competente.

Para materiais não indicados nesta especificação, a TRENSURB poderá solicitar, quando julgar conveniente, a execução dos ensaios que achar necessários para comprovação da qualidade do produto empregado.

Todos os materiais utilizados no fornecimento dos trens deverão ter características de chama não propagante, conforme normas aplicáveis, considerando a mais rigorosa entre elas.

Os índices de propagação de chama e densidade máxima de fumaça deverão ser menores que os valores definidos para cada material.

Material	Propagação De Chama (máx.)	Densidade Máxima de Fumaça 90 s	4 min
Melamina	35	100	200

Material	Propagação de Chama (máx.)	Densidade Máxima de Fumaça 90 s	4 min
Madeira	35	100	200
Borracha	35	100	300
Policarbonato	35	100	300
Fibra de Vidro	35	100	300
Acrílico	100	100	300

As quantidades máximas de gases tóxicos liberados pelos materiais utilizados na fabricação dos carros deverão ser comprovados por ensaios e inferiores às estabelecidas pela norma NF F 16-101 (item 6.3) ou norma BSS-7239 (Boeing Specification Support Standard).

Norma BSS-7239 Gases Tóxicos	Concentração. (máxima)
Monóxido de Carbono (CO)	3.500 ppm
Ácido Fluorídrico (HF)	200 ppm
Dióxido de Nitrogênio (NO2)	100 ppm
Ácido Clorídrico (HCL)	500 ppm
Ácido Cianídrico (HCN)	150 ppm
Dióxido de Enxofre (SO2)	100 ppm

Todos os materiais e peças utilizados no carro, só poderão ser usados após a aprovação dos ensaios pela TRENSURB ou seu representante.

Os materiais utilizados deverão atender aos requisitos de comportamento ao fogo exigidos pela FAA – Code of Federal Regulations - Título 14 -

Parte 25.853, ou pela FRA - Code of Federal Regulations" - Título 49 - Parte 238, ou ainda pela UMTA - Urban Mass Transportation Administration ou finalmente pela NF F16-101 - Aplicação: "Sièges".

Toda a mão-de-obra utilizada deverá ser devidamente qualificada para cada tarefa a ser executada. Portanto, cada profissional deverá ter conhecimentos teóricos e práticos suficientes para que possa exercer, a contento, a tarefa a ele designada, dentro da sua especialidade.

A contratada deverá comprovar a qualificação do seu corpo técnico através da entrega das copias dos certificados, diplomas ou outros.

1.5.1 Identificação em Geral

Os cabos ligados em um mesmo borne da régua de terminais deverão ter a mesma identificação. Essa recomendação aplica-se, principalmente, às conexões de equipamentos e à fiação do carro.

As réguas de terminais deverão ter identificação em local visível e seus bornes deverão ter terminais numerados.

Nos equipamentos em que os níveis de tensão forem superiores a 220 Vca nominal, deverá existir uma indicação visual conforme norma NR 10.

Em todos os equipamentos, deverá ser previsto um espaço em local de fácil visualização, para instalação de uma plaqueta de identificação de uso exclusivo da TRENSURB a ser fornecido, nas dimensões de 1 x 20 x 75mm.

1.5.2 Moldados de Fibra de Vidro

Todas as peças moldadas em fibra de vidro deverão ser fabricadas com resina acrílica modificada ou resina polyester insaturada, acrescida de alumina trihidratada e manta de fibra de vidro com fibras finas (5 micras de diâmetro). A peça deverá ter no mínimo 25% do seu peso em fibra de vidro, de acordo com norma específica.

Toda a resina de impregnação deverá ser do tipo chama retardante e de alta resistência a absorção de umidade e pigmentada na mesma tonalidade da cor do acabamento.

Todas as peças moldadas em fibra de vidro não deverão ser pintadas. As cores do acabamento final das faces expostas dos painéis de fibra de vidro deverão ser obtidas com as aplicações de "GEL COAT" pigmentada nas respectivas cores. A camada de "GEL COAT" deverá possuir uma espessura média de 0,25 a 0,50mm e deverá ser de tipo

chama não propagante.

As cores deverão ser homogêneas e sem manchas ao longo da superfície do material.

O acabamento das superfícies visíveis das peças deverá ser liso, livre de empenamentos, bolhas, marcas, trincas ou riscos e deverão ter seus cantos e extremidades arredondados.

A espessura mínima para todas as peças em fibra de vidro deverá ser de 3 mm. A Contratada deverá apresentar amostras das peças moldadas na cor e configuração final de acabamento, antes do início da produção seriada, para aprovação pela TRENSURB. A cada cor diferente de peça deverá ser apresentada amostra.

Todos os pontos de fixação dos moldados de fibra de vidro deverão ter elementos metálicos impregnados para aumentar a resistência na sua fixação.

As peças moldadas deverão ser submetidas aos seguintes ensaios:

- Absorção de umidade, conforme a norma ASTM D-570;
- Índice de propagação de fogo, conforme STM E-162-81;
- Densidade óptica de fumaça, conforme ASTM E-662-83;
- Intemperismo acelerado (verificação de coloração), conforme norma ASTM G 155.

As peças de fibra de vidro, quando prontas, deverão possuir as seguintes propriedades mecânicas, baseadas nas normas correspondentes:

- Impacto de 30 kg/cm/dm conforme ASTM D-256;
- Flexão (> 10,5 kg/mm^2), conforme ASTM D-790;
- Tração (> 7,2 kg/mm^2), conforme ASTM D638 e
- Compressão (> 9,6 kg/mm^2), conforme ASTM D695

1.5.3 Melaminas

Os laminados de melamina a serem utilizados na comunicação visual no interior dos carros deverão ser do tipo autoextinguível, resistentes à flexão, à abrasão, ao impacto, à ação dos agentes químicos, a cigarros acesos e à descoloração.

Os laminados de melamina deverão ser preferencialmente do tipo “Postforming” colado sobre uma chapa de alumínio com espessura mínima de 1,5 mm.

Amostras de melamina de todos os tipos de peças que incorporem co-

municação visual deverão ser apresentadas para aprovação.

Ensaios deverão ser realizados para comprovação das propriedades especificadas, conforme ASTM-E 662 e NBR-9442.

1.5.4 Tintas, Pinturas e Cores

A Contratada deverá apresentar a descrição de todo o processo de pintura, incluindo a preparação da superfície, utilizados em sua linha de fabricação para aprovação.

Todas as pinturas efetuadas nas peças deverão ser executadas por processo eletrostático, preferencialmente.

As cores internas e externas dos carros serão definidas pela TRENSURB e a codificação das cores seguirá a classificação "PANTONE".

A verificação de tintas de uma mesma cor, provenientes de fabricantes diferentes, será feita de acordo com a norma NBR 11160. O método de ensaio para análise e aceitação de cores metaméricas será de acordo com a norma ISO 3668.

As superfícies de materiais diferentes, em áreas expostas aos usuários, pintadas com tintas de mesma cor deverão ser analisados de acordo com a norma ISO 3668.

Deverá ser utilizado um sistema de pintura, cujo desempenho mínimo seja:

Para peças em fibra e logomarca:

- Resistência à névoa salina (horas)..... 240 (conforme ASTM B117)
- Resistência a SO^2 (Rondas)..... 3 (conforme DIN 50018)
- Resistência a 100% umidade relativa (horas)...480 (conforme ASTM D2247)
- Resistência a Q.U.V. artificial (horas).....360 (conforme ASTM G53)
- Aderência.....GR 1 (conforme NBR 11003)
- Dureza Sward (oscilações)..... 40 (conforme ASTM D 2134)

Para peças metálicas:

- Os ensaios deverão ser realizados 7 dias após a aplicação da tin-

ta. Durante esse período, as placas deverão ser mantidas a 25 ± 1°C e 55 ± 5% de umidade relativa.

- As amostras para testes serão constituídas do mesmo material base que constituir a peça de produção e a preparação superficial da amostra será a mesma aplicada às peças de produção.
- As superfícies pintadas deverão apresentar aparência uniforme, livre de qualquer defeito proveniente da tinta, do material base ou do processo de pintura.

1.5.5 Elementos de Fixação

Todos os elementos de fixação em aço carbono deverão ser protegidos por processo de zincagem por imersão a quente com espessura mínima de 80 micra, que deverá resistir a 240h de teste “salt-spray”, no mínimo, conforme norma ASTM-B117 e Resistência a SO2 de acordo com a norma DIN 50018 - KFW 1,0S.

Todos elementos de fixação utilizados no acabamento deverão ser de aço inoxidável, que deverão atender à norma ISO 3506-1:1997 Part 1.

Todos os parafusos estruturais deverão ter indicação do grau estampados na cabeça, conforme norma ASTM ou DIN (a mais rigorosa entre elas).

Todos os parafusos, soldas ou qualquer outro elemento para fixação de peças de aço inoxidável, deverão ser de material compatível com o aço inoxidável ou tratados de maneira a evitar corrosão eletrolítica.

Quando solicitado, os ensaios dos parafusos para comprovação do grau indicado deverão ser executados, conforme a norma SAE J429e, ISO898 ou DIN 267.

Quando solicitado, os parafusos e porcas de grau 5 e classe 8 ou superior deverão ser ensaiadas, conforme a norma SAE J995a, ISO898 ou DIN 267 (a mais rigorosa entre elas)

Todas as porcas utilizadas deverão ser do tipo auto travantes, exceto onde especificado em contrário.

Todas as porcas deverão atender à norma ISO 898-2:1992 Part 2.

As porcas em aço inoxidável deverão atender a norma ISO 3506-2:1997 Part 2. Não será permitido o uso de carrapichos, velcros ou parafusos sob bucha plástica para fixação.

1.5.6 Juntas

Todas as montagens executadas entre peças componentes dos equi-

pamentos dos carros deverão ser perfeitamente ajustadas e as juntas convenientemente adaptadas, de forma a manter uma união sem interferir na intercambiabilidade das peças.

Todas as juntas de vedação utilizadas deverão ser executadas em EPDM, nitrílica ou borracha neoprene, de acordo com o local e a utilização.

As superfícies de contato entre as peças de materiais diferentes deverão ser protegidas para evitar a corrosão eletrolítica.

Em qualquer montagem de componentes justapostos, as superfícies de contato deverão ser convenientemente limpas.

Em qualquer montagem entre elementos que não sejam de aço inoxidável, as superfícies de contato deverão ser devidamente protegidas com uma camada de tinta.

1.5.7 Peças Fundidas

As peças fundidas consideradas de segurança, indicadas pela Contratada, deverão ser submetidas a ensaios para comprovação da sua qualidade, por ultra-som ou outros meios aprovados pela TRENSURB.

Certificados de análise química e características mecânicas deverão ser emitidos para cada corrida de fabricação de todas as peças fundidas.

1.5.8 Soldas

Todas as soldas deverão ser executadas por soldadores qualificados em conformidade com os parâmetros definidos nas especificações de soldagem.

A qualificação dos soldadores e as especificações de soldagem deverão ser feitas conforme a norma AWS (American Welding Society) ou equivalente.

A TRENSURB ou seu representante acompanhará os testes de qualificação dos soldadores, para os quais a Contratada emitirá certificados.

A TRENSURB poderá requerer, sem quaisquer ônus, teste de solda, de soldadores ou tipo de solda utilizada na fabricação do carro, quando julgar que sejam questionáveis em relação aos procedimentos e recomendações indicadas pelas normas.

A Contratada deverá apresentar uma lista de juntas críticas em componentes estruturais da caixa e do truque que serão inspecionadas segundo procedimento a ser definido durante a fase de projeto.

Os metais de adição empregados deverão ter certificados de análise química emitidos por bitola e por lote. Deverão, ainda, ser realizados ensaios para verificação de análise química do material depositado, conforme norma específica.

Para cada tipo de união com cada tipo de solda a ponto deverá ser efetuado um teste prévio de soldagem em corpo de prova que, em seguida, será submetido a ensaio de tração até a ruptura, conforme a norma AMS-W-6858. Caso o valor obtido no ensaio seja inferior ao especificado, os parâmetros de soldagem (corrente, tempo e pressão de contato) serão novamente regulados e um novo ensaio deverá ser executado.

1.5.9 Borrachas

Todas as partes em borracha, exceto onde não especificado, serão feitas em neoprene ou EPDM. Estas deverão ser fabricadas de maneira que tenham desempenho satisfatório, de acordo com a norma ASTM D 573 - Resistência ao Calor (100 graus Celsius por um período mínimo de 70 horas).

Todas as borrachas empregadas no carro deverão ser classificadas e ensaiadas, conforme ASTM-D2000 ou outras normas internacionalmente reconhecidas.

Os componentes resilientes (borracha, poliuretano e outros) utilizados nos truques, como batentes, molas ou acoplamentos deverão ser especificados para durabilidade compatível com a revisão dos componentes do truque.

Os laudos com as características mecânicas, os requisitos de ensaios a serem realizados e os gráficos de cargas x deformação desses componentes, realizados por intituição habilitada para este fim, deverão ser fornecidos para aprovação da TRENSURB.

1.5.10 Vidros do para-brisa e janelas da cabine

Todos os vidros deverão ser de segurança do tipo laminado, duplo, não estilhaçáveis, transparentes, com uma membrana plástica inter laminar (butyral de polivinil) resistentes a radiações ultravioletas, com aplicação de película de segurança pelo lado interno a serem definidos na fase de projeto.

Os vidros não deverão ter furos para fixação de trincos ou ferragens. Caso haja necessidade de ferragens, elas deverão ser fixadas diretamente nos caixilhos.

1.5.11 Policarbonato MR10

O policarbonato das janelas e portas deverá ser na cor bronze, auto-extinguível, resistente à abrasão em ambos os lados e raios solares e ter garantia mínima de 10 anos.

1.5.12 Equipamentos e Componentes Eletrônicos

O projeto, construção e montagem dos equipamentos eletrônicos deverão ser constituídas de cartões de circuito impresso ou unidades modulares, que atendam especificações ferroviárias.

A substituição de um módulo ou cartão por outro deverá ser executada com a máxima facilidade e rapidez, empregando-se conexão por encaixe (conector). Deverá ser prevista trava mecânica para fixação do cartão ou módulo no equipamento.

O leiaute dos componentes e equipamentos eletrônicos (inclusive os de potência), deverá ser posicionado de modo que a substituição de qualquer componente, acesso aos pontos de teste ou de ajustes sejam efetuados sem que haja necessidade de desmontagem de parte ou de todo o equipamento.

No projeto dos equipamentos eletrônicos deverão ser consideradas as recomendações de funcionamento da norma, NBR-8365, IEC60571 e EN50155 (a mais rigorosa delas).

Os equipamentos eletrônicos e fiações deverão ser protegidos contra interferência eletromagnética gerada no trem ou externamente.

Os equipamentos e módulos deverão ter um ponto acessível externamente para permitir a sua conexão com a terra.

Todos os componentes deverão ser escolhidos para suportarem condições de trabalho, notadamente superiores aos máximos estabelecidos em projeto e atender à Norma MIL STD-883.

1.5.13 Conectores

Os conectores de interligação dos equipamentos deverão ser de uso comprovado em aplicações ferroviárias, conforme requisitos de normas ABNT ou IEC.

Os conectores montados em chicotes de cabos deverão ser providos de travas mecânicas.

Os conectores montados próximos deverão ter travas mecânicas ou formatos diferentes para evitar erro de conexão.

Os conectores para cartão de circuito impresso devem ser do tipo macho fêmea em liga de cobre com proteção superficial em ouro.

Todos os conectores para cabos “Jumpers” de sinais de comando e de dados entre carros deverão ser executadas através de conectores que suportem as vibrações do carro e do cabo, e possuam proteção IP 68 conforme norma DIN 40 050.

Os pinos, lâminas e/ou receptáculos dos conectores para contatos elétricos deverão ser fabricados em ligas de cobre com proteção superficial com camada de ouro com mola de aço inox para conectores para cabos de sinais e dados ou para comandos e de prata e mola em aço inox para baixa tensão em geral.

Os conectores para fibra ótica ou outros tipos de conectores deverão ter a aprovação da TRENSURB.

Todos os conectores utilizados nos equipamentos deverão ter uma reserva de no mínimo 20 % com seus respectivos pinos e ferramentas de inserção e extração, exceto os conectores dos cartões do circuito impresso.

O comprimento dos chicotes de cabos deverá ser suficiente para evitar alta rigidez e provocar dano ao conector.

Todos os conectores deverão ser ensaiados mecânica e eletricamente (Tipo e Rotina).

1.5.14 Instalação Elétrica

Os cabos sob tensão da rede de alimentação de alta tensão não deverão ser colocados no mesmo eletroduto dos condutores de comando, controle e serviços auxiliares.

Toda a fiação deverá ser colocada em eletrodutos, calhas ou bandejas.

As extremidades abertas de qualquer eletroduto que atravesse o assoalho do carro deverão ficar, no mínimo, 20 mm acima dele e convenientemente vedadas, inclusive no piso.

Todos os conduítes e calhas deverão ser metálicos e convenientemente aterrados.

A entrada e saída dos cabos nas caixas de passagem e junção e dos equipamentos deverão ser feitas de forma adequada para evitar danos aos condutores e propiciar vedação contra água e poeira.

As barras terminais deverão ser de material autoextinguíveis e não higroscópico, identificadas e seus terminais numerados.

Toda régua terminal com mais de 5 bornes deverá possuir uma reserva de 20% do total de sua utilização de projeto.

Não será permitida a colocação de mais de dois cabos no mesmo encaixe da régua terminal.

Todos os cabos ou conjuntos de cabos deverão ser fixos ou suspensos através de abraçadeiras apropriadas e em hipótese alguma ser suspenso ou fixo pelos conectores.

1.5.15 Fios e Cabos

Toda cablagem de potência ou cabos que estejam sob potencial da rede de alimentação deverá ser de classe de isolação de 7.200V ou superior. Os cabos deverão ser ensaiados conforme norma NBR-7286.

Toda cablagem de comando deverá ter isolação para 600 V eficaz ou superior. É proibida a execução de emendas nos condutores instalados nos carros.

Todos os cabos de alimentação (alta ou baixa tensão) deverão ser protegidos por fusíveis ou disjuntores.

Toda fiação, do carro deverá ser de cobre eletrolítico estanhado, com isolação isenta de halogênio, resistentes à ozona, óleo, luzes solar e artificial, graxa, chama não propagante com baixo índice de emissão de fumaça, baixo índice de toxidez, baixo índice de oxigênio e suportar temperaturas de 125 ºC, de acordo com as normas NBR 6251, IEC 60332, IEC 61034 e IEC 60754-2, considerando a mais rigorosa entre elas.

Ensaios:

- Verificação dimensional (rotina);
- Ensaio de tensão suportável (rotina);
- Propagação de chama (rotina);
- Ensaio de emissão de fumaça (tipo);
- Imersão no óleo (tipo);
- Ensaio de emissão de gases tóxicos (tipo);
- Envelhecimento ao ar (tipo);
- Resistência a ozona (tipo).

1.5.15.1 Instalação interna

Instalação interna é o conjunto de fios, cabos e acessórios instalados em local abrigado no interior dos carros, bem como os fios

e cabos instalados sob o estrado, quando protegidos por conduítes e caixas, sem partes expostas.

Todos condutores deverão ser do tipo flexível, de classe 5 da norma NBR-NM-280 e IEC 60228.

Todos os cabos deverão ser identificados por gravação clara e indelével, de acordo com as normas NBR ou internacionais aplicáveis.

Os condutores singelos deverão ter a área de cobre igual ou superior a 1,5 mm².

Os cabos com mais de dois condutores, blindados ou não, trançados ou não, não deverão ter condutores com bitola inferior a 1,0mm².

A utilização de cabos com condutores de bitolas inferiores a 1 mm² para comunicação de dados digitais entre equipamentos deverá atender a norma ferroviária para o tipo de aplicação.

1.5.15.2 Instalação exposta

Instalação exposta é toda a fiação, cablagem ou acessórios externos à caixa do carro e não protegida totalmente por conduíte ou caixas. Fiação externa à caixa do carro instalada em canaleta ou bandeja aberta será considerada exposta.

Os condutores utilizados para ligações onde exista movimento relativo entre as partes deverão ser do tipo extra flexível, classe 6 ou superior da norma NBR- NM-280 ou IEC 60228 (a mais rigorosa delas).

Toda cablagem exposta deverá ser amarrada convenientemente a estrutura do carro através de abraçadeiras evitando que a mesma fique em balanço com a movimentação do trem.

Os condutores singelos não deverão ter bitola inferior a 1,5 mm².

Os cabos com mais condutores, blindados ou não, trançados ou não, não deverão ter bitola inferior a 1,0 mm².

1.5.16 Disjuntores Termomagnéticos

Os disjuntores termomagnéticos deverão ser resistentes a vibração e choques com grau de proteção adequada contra pó.

Os disjuntores deverão ser aplicados em todos os circuitos de alimentação em baixa tensão e não deverão ser utilizados como chave

de energização de equipamentos.

O desarme do disjuntor deverá ser sinalizado na IHM de falha do trem.

1.5.17 Relés

Os relés deverão ser do tipo robusto, montado sobre soquete. A fiação do carro poderá ser ligada ao soquete do relé através de terminais tipo “fast on” de parafusos sobre um terminal tipo olhal ou soldada e protegida por "espaguete" termo contrátil.

A instalação dos relés nos carros deverá obedecer aos seguintes requisitos:

- os relés não deverão ser montados em locais sujeitos a vibrações, além das existentes na caixa do carro;
- deverá ser colocada alça de segurança prendendo o relé ao soquete;
- não deverão ser utilizados relés do tipo palheta (reed), a menos que estejam instalados em circuitos com corrente máxima de curto-circuito controlada eletronicamente;
- a estrutura mecânica e contatos dos relés deverão ser adequados à execução de, pelo menos, um milhão de operações sob carga do circuito comandado, sem necessidade de manutenção;
- todos os relés deverão ser providos de capa plástica de proteção contra pó.

Ensaios, conforme norma IEC 60077:

- ensaio funcional;
- tensão suportável;
- elevação de temperatura (seca e úmida);
- vibração e choque.

1.5.18 Chaves Comutadoras e Botoeiras

Esses componentes deverão ser do tipo robusto, de uso ferroviário ou militar com bom acabamento e coloração indicada pela TRENSURB.

A fixação das chaves e botoeiras não deverá permitir movimento de seu corpo durante o acionamento.

A durabilidade mecânica da chave e a vida útil dos contatos não de-

verão ser inferior a um milhão de operações.

As chaves utilizadas para a função de isolação operacional (como portas e freio de serviço) deverão ser de comutação segura, que não permita a parada em posição intermediária e garanta a abertura dos contatos.

As botoeiras, quando indicado pela TRENSURB, deverão ter iluminação por LEDs.

Ensaios:

- ensaio funcional;
- tensão suportável;
- elevação de temperatura (seco e úmida);
- vibração e choque.

1.5.19 Motores Auxiliares de Indução

Os motores auxiliares do carro deverão ser de indução, tipo gaiola, trifásicos e para tensão e corrente alternada, com freqüência de 60 Hz.

Todos os motores deverão ser blindados, dotados de mancais com rolamentos de vida nominal calculada mínima de 40.000 h e ter proteção tipo IP-55 no mínimo.

Condições de serviço:

- altitude inferior a 1.000 m;
- exposição a poeira abrasiva e condutora;
- exposição a choques e vibrações existentes na caixa do carro;
- funcionamento contínuo, com exceção do motor do compressor, que terá funcionamento intermitente.

Os enrolamentos dos motores de indução deverão ser, no mínimo, de classe F.

Ensaios:

- elevação de temperatura (tipo);
- rendimento (tipo);
- fator de potência (tipo);
- tensão suportável (rotina);
- desempenho (rotina).

Todos os ensaios, métodos de ensaios, características mecânicas e elétricas deverão estar de acordo com as normas NBR 5383 ou normas internacionais aplicáveis (a mais rigorosa delas).

1.5.20 Fusíveis

A capacidade de interrupção dos fusíveis de corrente alternada deverá atender a todos os níveis de corrente e fator de potência do sistema nas situações de falhas, energização e outros.

Os fusíveis para tensão nominal de 3.000 Vcc deverão ser aprovados em testes em corrente contínua conforme normas IEC 269-1 e IEC269-2.

A fixação dos fusíveis em seus respectivos portafusíveis deverá ser efetuada por terminais do tipo encaixe sob pressão ou tipo faca e, se possível, faca e parafuso.

Todos os fusíveis sob tensão da rede de alimentação deverão ter capacidade de interrupção adequada e deverá ser comprovada por certificado de teste. O ensaio de fusíveis para 3.000 Vcc deverá ser realizado com 7.200 Vcc, no mínimo.

Fusíveis especiais como os dos pantógrafos para proteção do circuito de tração deverão ser previamente testados atendendo as normas ferroviárias específicas.

1.5.21 Aterramento

Todas as caixas, painéis, motores e equipamentos elétricos em geral deverão ser convenientemente aterrados à caixa do carro por cordoalha flexível de cobre estanhado.

As conexões deverão ser tratadas para garantir um bom contato quando o local não for de aço inoxidável.

Toda fiação de corrente alternada (380 e 220 Vca) e de corrente contínua em tensão de bateria deverá possuir apenas um ponto de aterramento na caixa do carro.

Deverá haver um cabo de interligação entre carros para garantir a continuidade de aterramento das caixas dos carros e possíveis corrente de retorno dos carros interligados por cabos de potência em tensão nominal de 3.000 Vcc.

A conexão dos terminais de retorno de corrente a caixa do carro deverá possuir uma peça de seção quadrada com área superior a área do terminal a ser conectado. Esta peça deverá ser de cobre ele-

trolítico estanhado com furo passante para fixação do terminal a estrutura do carro, com parafuso.

1.5.22 Fechaduras e Chaves

Todas as fechaduras e chaves operacionais e de manutenção a serem utilizadas nos carros, deverão ser previamente aprovadas pela TRENSURB.

Todos os painéis e tampas de uso da operação e manutenção deverão ser providos de fechaduras previamente aprovadas pela TRENSURB.

Todas as fechaduras elétricas e mecânicas para acionamentos do conjunto de contatos ou válvulas pneumáticas deverão estar equipadas com um dispositivo posicionador do tipo catraca.

Este dispositivo deverá ser robusto, estável, confiável e a prova de acionamento indevido e quando da retirada a chave em qualquer posição, o dispositivo deverá reposicionar (bloco de contatos ou válvulas) para um dos estados e nunca permitir a parada em posição instável ou indevida.

A Contratada deverá fornecer 10 chaves de cada tipo, mediante previa aprovação da TRENSURB, na entrega de cada trem.

A Contratada deverá fornecer 2 chaves especiais para abertura dos compartimentos alimentados pela tensão da catenária e deverá ser individualizada e identificada por carro.

1.5.23 Tapete do Piso

Tapete do piso deverá ser à base de material composto de multi camada reforçado com espessura maior que 2,5 mm e a superfície de acabamento na cor/padrão à ser escolhido e aprovado pela TRENSURB.

As juntas deverão ser adequadamente unidas através de soldagem termoplástica, possuindo boa estanqueidade, resistindo à limpeza mecanizada e jatos de água, sem que ocorra penetração de água sob os mesmos.

revestimento do piso deverá possuir cor e granulação em toda sua espessura.

O material de revestimento do piso deverá atender aos seguintes requisitos:

- ser resistente à chama, conforme a norma NF F 16 101 > M2F2;
- ser resistente à chama de ponta de cigarro conforme a norma EN

1399.

- ser resistente à abrasão e desgaste menor ou igual a 200 mm³ conforme ISO 4649 - Procedure A - carga 5N
- a estabilidade dimensional <= 0,25% pela ASTM D 1204;
- a descoloração >=7 conforme norma ISO 877/76, ISO 4582/80 e ASTM D 4459,
- antiderrapante conforme ASTM D 2047 e classe R9 pela DIN 51130;
- a substâncias químicas conforme normas EN 423 e
- toxidade de fumaça conforme norma NF F 16101 M-2 F-2.

O material de revestimento do piso deverá atender também às características abaixo:

- Fluxo crítico radiante: conforme especificação da Federal Railroad Administration (FRA) - Code of Federal Regulations - Título 49 - Capítulo II - Parte 238.603 Apêndice B - Categoria: "Other Vehicle Components" - Função: "Floor covering";
- Dureza: maior que 80 Shore A, conforme ISO 7619;

Todos os ensaios deverão ser executados conforme as normas especificadas.

1.5.24 Encanamentos e Mangueiras para Ar Comprimido

Os encanamentos deverão ser de cobre com ligações soldadas e uniões, onde necessários, deverão estar em conformidade com o padrão AAR M 504, ou poderão ser utilizados tubos de aço inoxidável com conectores de compressão à prova de vazamento.

As mangueiras deverão se feitas em borracha sintética ou nylon reforçado, obedecendo os padrões de teste da ASTM-D380. Estes materiais deverão ser resistentes ao ataque de ozona, graxa, óleo, detergentes, solventes, etc.

Os terminais das mangueiras e componentes metálicos deverão ter a proteção superficial contra oxidação do tipo zincado bicromatizado ou níquel químico com resistência (mínima de 240 hs) em névoa salina segundo a norma ASTM-B117 e resistência (3 Rondas) a SO^2 segundo a norma DIN 5018-1,0S.

1.5.25 Lubrificantes

Os lubrificantes tipo óleo a serem utilizados nos componentes do trem deverão ser do tipo sintético puro de alta performance com base de Poli Alfa Olefina, com aditivo de micro-polimento de superfície. O óleo do compressor deverá ter um nível de limpeza típico ISO 4406 de 14/13/11 (caso uso de compressor a óleo).

A Contratada deverá sugerir 3 fornecedores de cada lubrificante e a sua equivalência com preferência para os fornecedores nacionais.

1.6 VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DO TREM

1.6.1 Descrição Geral do Estudo Dinâmico

A Contratada deverá contratar estudo, de instituição qualificada, que comprove o adequado comportamento dinâmico do trem a ser fornecido.

Os ensaios de aceitação do trem do ponto de vista do comportamento dinâmico, segurança, desgaste da via e qualidade de rodagem deverá ser realizadas de acordo com a Norma UIC 518 e EN_14363.

Trata-se de verificação do comportamento dinâmico pelo desenvolvimento de modelamento matemático representativo do comportamento dinâmico dos carros ao trafegar por via contínua e por AMVs, em condições de tolerâncias construtivas definidas em projeto e nos limites de desgaste e demais tolerâncias máximas de manutenção.

O estudo deverá definir e validar os limites de desgaste dos rodeiros e dos diversos elementos integrantes dos AMVs instalados na via e no pátio de manutenção envolvidos no contato roda/trilho.

O modelamento matemático dos trens a ser desenvolvido deverá ser validado pelo novo trem a ser fornecido, de forma que, obrigatoriamente, as seguintes etapas deverão fazer parte integrante do estudo contratado:

- Caracterização dos elementos elásticos das suspensões primária e secundária, determinação do centro de gravidade e das freqüências de ressonância nos 9 graus de liberdade dos carros;
- Caracterização dos elementos elásticos atuantes na fixação dos trilhos e na suspensão das lajes flutuantes dos sistemas massa-mola da via permanente;

- Elaboração do modelamento matemático do trem e da via de, modo a se obter a previsão do comportamento dinâmico do carro em determinadas situações críticas de tráfego;
- Validação, em via perturbada, do modelamento matemático desenvolvido por meio da predição do comportamento dinâmico da caixa do carro, das suspensões primária e secundária e das medições das forças do contato roda/trilho, de modo a comprovar a fidelidade do comportamento previsto com o real do carro;
- Realização de simulações representativas das condições operacionais mais críticas, de forma a avaliar o comportamento dinâmico do carro e possibilitar conclusão com relação à segurança de tráfego.

1.6.2 Escopo do Estudo do Comportamento Dinâmico

Segue relação dos trabalhos a serem executados pela Contratada, sem que haja limitação a eles para o atendimento pleno à abrangência do Objeto.

1.6.2.1 Caracterização Física dos Carros

A caracterização física dos carros é definida pela determinação:

- da curva de elasticidade dos elementos elásticos das suspensões. Na primária, deve ser determinada a rigidez nos três eixos da suspensão (mola ou elastômero) e, na secundária, nas bolsas de ar;
- das freqüências de ressonância nos 9 graus de liberdade dos carros, de modo a possibilitar a definição das coordenadas do centro de gravidade.

1.6.2.2 Caracterização Física da Via Permanente

A caracterização física da via permanente é definida pela determinação:

- da curva de elasticidade nos eixos vertical e transversal dos elementos elásticos atuantes na fixação dos trilhos e na suspensão das lajes flutuantes do sistema massa-mola da via permanente;
- dos níveis de abertura de bitola e deflexão da via, em função dos esforços verticais e transversais das forças oriundas do contato roda/trilho.

1.6.2.3 Elaboração do Modelamento Matemático

O modelamento matemático a ser elaborado deverá reproduzir, com fidelidade, o tráfego do trem pelos diversos tipos de via permanente existentes. O objetivo principal do modelamento é a previsão das forças laterais e verticais do contato roda/trilho, de modo a possibilitar a identificação de situações potenciais de risco de descarrilamento.

O modelamento também deverá prever o comportamento do carro frente a situações de excitação da suspensão, de modo a, também, ser previsível a determinação de ângulos de inclinação da caixa, deslocamentos de elementos de ligação do truque à caixa e os níveis de aceleração a que os passageiros serão submetidos em cada uma das situações de excitação.

As situações de excitação a serem avaliadas são os desgastes e defeitos inerentes aos equipamentos da via permanente e aos do trem. Na via, deverão ser considerados desgastes e embutimentos das pontas de agulhas nos AMVs, alterações geométricas de traçado decorrentes de desgastes ou falha de componentes de fixação da via, etc. No trem, deverão ser consideradas falhas nos amortecedores e nos elementos elásticos das suspensões primárias e secundárias, etc.

1.6.2.4 Validação do Modelamento Desenvolvido

Todo o modelamento realizado deverá ser validado, mediante ensaios a serem realizados com os trens, de modo que todos os comportamentos previstos sejam verificados na prática.

O modelo matemático só será considerado aprovado com a perfeita cobertura dos resultados dos testes de validação com os valores previstos nas simulações.

1.6.2.5 Simulações a Serem Realizadas

Deverão ser realizadas simulações que permitam ao Instituto de Pesquisas encarregado de desenvolver o estudo, avaliar a segurança de tráfego nas condições operacionais mais críticas, de forma a definir o comportamento dinâmico do carro em tráfego na Linha da TRENSURB.

Caso seja constatada qualquer condição considerada insegura, fruto de deficiências no projeto do trem ou da via, a Contratada deverá identificar o problema existente e propor a modificação adequada do trem à via.

De maneira geral, deverão ser feitas simulações com combinação das condições de tráfego definidas a seguir, sem que a Contratada restrinja-se a essas condições para obter os dados que julgar necessários para avaliar as condições de tráfego na linha:

- rodas novas e desgastadas (friso fino e alto, friso duplo);
- perfil de trilho novo e desgastado (perfil de curva);
- tráfego em reverso por AMVs típicos da via comercial e do pátio, nas condições geométricas reais instaladas e nos limites de desgaste a serem adotados pela TRENSURB, nas respectivas velocidades programadas;
- tráfego em reverso pelos AMVs típicos da via comercial e do pátio, com embutimento da agulha externa sob o trilho de encosto nas respectivas velocidades de tráfego. Deverão ser definidos os respectivos limites de embutimento das agulhas para cada um dos AMVs;
- velocidades mínimas e máximas previstas para tráfego reverso pelos AMVs;
- variações de bitola das vias e rodeiros.

1.6.2.6 Execução de Testes e/ou Medições

Antes da execução de cada teste e/ou medições de campo, o Instituto de Pesquisas deverá apresentar o Plano de Trabalho que deverá conter, no mínimo:

- memoriais técnicos que justifiquem os testes e/ou medições;
- cronograma dos testes e/ou medições;
- recursos necessários;
- instrumentação a ser utilizada;
- procedimento detalhado, contendo o esquema da instrumentação e o desenvolvimento dos testes e/ou medições propriamente ditos.

Os Planos de Trabalho deverão ser apresentados com antecedência de 15 dias. As realizações dos testes serão acordadas em reuniões técnicas, nas quais os planos serão discutidos e aprovados.

1.6.2.7 Relatório Final

Deverá ser emitido ao final da execução de todas as atividades e conter:

- síntese das atividades e etapas executadas;
- resultados finais dos processamentos dos dados colhidos;
- definição de critérios utilizados para interpretação dos dados;
- conclusões, contendo o certificado de Segurança de Tráfego para a frota.

2 CAIXA E REVESTIMENTO

2.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DA CAIXA

A caixa deverá ser fabricada em aço inoxidável austenítico tipo 201L ou 301L e em regiões de baixa solicitação o tipo 304L.

As estruturas das caixas deverão ser dimensionadas para um carregamento de 10 passageiros em pé/m² mais a carga dos passageiros sentados, considerando o peso médio de cada passageiro igual a 75daN. Deverá suportar esta carga, sem deformações permanentes, pelo tempo de vida útil do carro.

As deformações da estrutura previstas em função do carregamento não deverão interferir com funcionamento das portas ou outros componentes móveis do carro.

O acabamento externo do carro, assim como na interligação entre eles, deverá ter superfícies convenientemente desenvolvidas, para facilitar a limpeza mecanizada.

O exterior do carro deverá possuir superfícies convenientemente desenvolvidas para facilitar a limpeza (tipo flat skin) através da lavagem automática, assim como na interligação entre carros.

Deverá existir passagem entre carros, tipo open wide gangway, projetada de maneira que permita a circulação do trem unidade em toda a via da TRENSURB sem prejudicar a livre passagem e a proteção física, térmica ou acústica.

Todos os carros deverão ter, em ambas, as cabeceiras elementos reflexivos que permitam uma sinalização eficiente sob a ação de raios luminosos.

Na ligação da caixa com o truque deverá haver um dispositivo nivelador para permitir um nivelamento do piso e manter sua altura constante em relação ao boleto do trilho, independente da carga do carro.

Os carros de extremidade deverão ter uma cabine de condução ampla em toda a largura da cabeceira dianteira, com para-brisa panorâmico e portas de acesso nas duas laterais e para interior do salão de passageiros.

Sob cada porta lateral da cabine deverá ser prevista a colocação de uma escada e pega-mão para acesso a partir da via.

O leiaute dos bancos, balaústres e pega-mãos deverão ser indicados nos desenhos da proposta e aprovados pela TRENSURB em fase de desenvolvimento do projeto.

Os equipamentos fixados à caixa deverão ser distribuídos, tanto no plano transversal como no longitudinal, de forma que o conjunto fique equilibrado.

O projeto deverá prever ainda, segurança e facilidade de acesso para se fazer os acoplamentos de engate e cabeamento entre os carros.

A caixa do carro, inclusive as cabines, deverá ser projetada de forma que se inscreva no gabarito dinâmico limite, nas máximas condições de oscilações, folgas e desgastes, conforme desenho da TRENSURB em ANEXO D.

Deverá ser prevista em todos os carros de extremidade, uma área para localização de cadeira de rodas conforme a Norma ABNT NBR 14021.

2.1.1 Estrutura da Caixa

A estrutura da caixa deverá ser construída em aço inoxidável austenítico.

Para as partes estruturais não expostas, como cabeça de estrado e região de apoio no truque, poderá ser feita em aço carbono de baixa-liga.

Para o levantamento da caixa deverão ser considerados em projeto os seguintes pontos:

- Uso de pórticos ou macacos tipo ferroviário;
- Uso de cabo olhal, sob estrado ou superior;
- Aplicado no dispositivo anti-encavalamento;
- Aplicado nas longarinas laterais (exceto na região central do carro);
- Aplicado nas vigas frontais;

A estrutura da caixa deverá ser projetada de forma que possa ser levantada por qualquer ponto do dispositivo anti-encavalamento e de pontos determinados ao longo das longarinas laterais.

Deverão ser previstas colunas de colisão em ambas as cabeceiras dos carros, solidamente fixadas aos elementos estruturais da caixa.

Nas interligações entre as laterais, cabeceiras, cobertura e estrado deverá ser utilizado um material vedante para manter perfeita estanqueidade do conjunto.

As soldas a arco deverão ser limpas e pintadas para permitir um acabamento harmonioso com o conjunto onde aplicado.

As soldas por resistência (solda a ponto) deverão ser convenientemente alinhadas e os pontos uniformemente espaçados e as queimaduras deverão ser limpas, se houver.

Na junção de dois materiais de diferente potencial galvânico, uma proteção galvânica anti-corrosiva deverá ser prevista.

2.1.2 Cabeceira

A cabeceira dianteira dos carros das extremidades deverá ter uma estrutura que permita a colocação de um para-brisa envidraçado na maior extensão da cabine de condução.

A cabeceira dianteira dos carros das extremidades deverá ser revestida com uma máscara moldada de resina de poliéster reforçada com fibra de vidro ou outro material com características equivalentes.

A máscara de revestimento da cabeceira terá os símbolos e cores indicados pela TRENSURB.

A união da máscara com a caixa do carro deverá evitar a infiltração de água e facilitar a limpeza através de lavagem mecanizada.

A instalação da máscara deverá ser realizada através de parafusos de aço inoxidável e ser acessível para fins de manutenção assim como deverá ter as furações alinhadas e padronizadas de modo a permitir que sejam intercambiáveis.

A fixação da máscara deverá ser projetada de modo que o içamento da caixa por uma cabeceira ou levantamento por macacos hidráulicos a fim de reencarrilamento, não provoque em hipótese nenhuma trincas na máscara, a quebra do vidro do para-brisa ou infiltração de água pelas frestas ou pela guarnição.

.

2.1.3 Para-brisa

A cabeceira frontal dos carros extremidades deverá ser provida de para-brisa.

O para-brisa deverá atender ao requisito de impacto contra projétil, conforme estabelecido na norma UIC 651 OR.

O conjunto deverá resistir a um impacto perpendicular de um projétil de massa 1.000g a uma velocidade de 280 km/h (soma da velocidade máxima do trem prevista nesta especificação mais 160 km/h), conforme “Method to test the front window of the cab for sufficient to projectiles” – Norma UIC 651, No impacto não será admitido que o projétil atravesse o pára brisa ou projete estilhaços para o interior da cabine e nem provoque o deslocamento do conjunto.

A fixação do para-brisa deverá ser feita através de colagem na máscara com acabamento externo e interno por guarnição de borracha (EPDM ou Neoprene), com características especiais que garantam a qualidade conforme especificado no item borracha.

A remoção e instalação do para-brisa deverá ser simples e não necessitar mais que duas pessoas por um período máximo de quatro horas.

O vidro deverá ser do tipo laminado de segurança na cor verde, com curvatura acompanhando a máscara, com aplicação de película de segurança no lado interno da cabine anti impacto e anti estilhaçamento (non spall) sem emenda.

A instalação do para-brisa deverá ser projetada de forma a permitir sua colocação pela parte externa do carro e de forma a não permitir sua queda para o interior da cabine quando forçado neste sentido.

2.1.4 Limpador de para-brisa

O para-brisa deverá ser equipado com limpador do tipo robusto, angular com articulação na parte inferior do para-brisa e suportar a ação das escovas da máquina automática para lavagem de trens.

A palheta do limpador deverá garantir o perfeito assentamento da borracha sobre o vidro e deverá ter o comprimento apropriado para varrer perfeitamente toda a área de visão do operador.

A palheta do limpador de para-brisa deverá ser de uso rodoviário encontrado facilmente no mercado nacional.

O limpador deverá ser acionado por motor elétrico alimentado pela fonte da bateria.

O limpador deverá ter parada automática do lado esquerdo do operador, próxima a guarnição inferior do para-brisa quando na posição desligado, temporizador e controle de velocidades (baixa e alta).

A chave de comando do limpador deverá estar instalada no console da cabine e ter as seguintes posições estáveis:

- Desligado (parada automática);
- Temporização regulável de 5 a 8 s;
- Velocidade de 30 ciclos por minuto;
- Velocidade de 60 ciclos por minuto.

Deverá haver pelo menos dois esguichadores de água duplos e fixos na máscara para o para-brisa.

A bomba de água do esguichador deverá ser acionada por um motor elétrico alimentado por uma fonte da bateria.

O acionamento do esguicho deverá estar associado ao funcionamento do limpador de modo a que haja somente o ciclo de varredura após o esguicho e permanecer funcionando por mais três ciclos de varredura.

O esguichador deverá ser acionado por um botão pulsante de cor preta instalado no console ao lado da chave de comando do limpador.

O reservatório de água deverá ser de aço inoxidável com tampa imperdível de fácil remoção, ter capacidade de pelo menos 15 litros, ter visor de fácil visualização do nível de água existente e ser de fácil reabastecimento.

O reservatório deverá ser projetado para que seja abastecido pela água condensada coletada na bandeja do sistema de ar refrigerado através de canalização em tubo de inox e mangueira de nylon. No reservatório deverá ser previsto um dreno que impeça o excesso de reabastecimento e o mesmo seja canalizado por tubulação em inox e mangueira em nylon para drenar em local adequado.

Toda a instalação do limpador de para-brisa deverá ser de fácil acesso para fins de manutenção.

Deverá ser realizado teste para a comprovação de desempenho e durabilidade do conjunto motor, esguichador e limpador do para-brisa.

2.1.5 Lateral

As estruturas das laterais deverão ser projetadas de forma a fazer parte integrante do monobloco caixa.

Em cada lateral dos carros serão instaladas janelas e as portas de acesso para passageiros. Conterá também um painel lateral externo e indicadores para sinalização.

Deverão ser instalados pega-mãos embutidos e estribos junto às portas de serviço, para acesso ao interior dos carros a partir do leito da via. O acesso aos pega-mãos deverá ser possível a partir do nível da via.

Deverão ser previstos também estribos, junto às portas de serviço, para acesso ao interior dos carros a partir do leito da via.

Nas laterais de cada carro deverá ser instalado um painel externo para abrigar as chaves de isolação de portas, freios e encanamentos de ar comprimido com acesso possível a partir do nível da via.

A porta de acesso ao painel deverá ser provida de dobradiça, de forma estanque, que não permita a entrada de água ou poeira e fechada com uma fechadura padrão TRENSURB.

O revestimento da lateral tipo flat skin, deverá ser executado de tal modo que não existam saliências, reentrâncias ou arestas que possam causar lesões aos passageiros.

2.1.6 Cobertura

A estrutura da cobertura deverá ser projetada para formar um conjunto resistente e permitir a fixação de todos os equipamentos, acessórios, entre outros que se fizerem necessários dentro do projeto.

A cobertura deverá ser projetada de forma que possa resistir à aplicação de uma carga de 150daN em uma área de 200 x 200mm em qualquer ponto da mesma sem ocasionar deformação permanente.

As chapas de formação da cobertura deverão ser do comprimento total e unidas por solda contínua em toda a sua extensão, a fim de formar um conjunto único.

O perfil do corrugado e a instalação de equipamento sobre a cobertura deverão ser projetados, de forma a facilitar a lavagem mecanizada e não permitir que a água escorra na região das portas e para-brisa.

2.1.7 Estrado

Em ambas as extremidades do estrado deverá haver uma estrutura (cabeça de estrado) composta de vigas de aço, baixa liga e alta resistência.

As colunas de colisão deverão ser rigidamente soldadas ao estrado para resistir e transmitir uniformemente os esforços à estrutura da caixa.

A Contratada deverá apresentar, na proposta, esquemas indicativos da forma e posição das colunas de colisão, bem como os valores das cargas limites de resistência e dos esforços transmitidos aos elementos estruturais da caixa.

Em cada longarina lateral deverão ser previstos reforços com placas antiderrapantes para levantamento da caixa por macacos. A localização exata dos apoios e a sua identificação serão definidas em projeto.

Todas as vigas e suportes do estrado deverão ser convenientemente rebarbados e todos os cantos arredondados para se evitar lesões aos empregados da manutenção e usuários.

2.1.8 Cabeça do Estrado

As cabeças do estrado poderão ser fabricadas em aço carbono, baixa-liga, de alta resistência.

As cabeças do estrado deverão ser submetidas a exame de soldas por ultrasom ou outro método comprovado de uso ferroviário nas áreas consideradas críticas pela Contratada e pela TRENSURB.

Na cabeça de estrado, próximo ao local de solda do anti encavalamento, deverá ser reforçado para receber chapa anti-derrapante em inox ao longo de todo o comprimento do anti-encavalamento. Esta região deverá ser suficientemente resistente, para receber os apoios dos macacos em caso de necessidade de encarrilamento e também em caso de necessidade de transferência de carga para o trator de manobra.

As inspeções a ser realizada nos cordões de solda e nas áreas especificadas da cabeça do estrado deverão ser conforme o plano de amostragem estabelecido nas normas ABNT NBR 5426, 5428 e 5430.

2.1.9 Instalação de Equipamentos sob o Estrado

Os suportes, em aço inox estrutural, deverão ser projetados, de forma a garantir um apoio seguro dos equipamentos, mesmo nas condições de um parafuso solto e, também, facilitar a sua remoção.

O movimento para remoção dos equipamentos deverá ser sempre na direção perpendicular à caixa.

A fixação e o torqueamento dos parafusos de fixação dos equipamentos e suportes deverão ser de fácil acesso, não necessitando de ferramentas ou dispositivos especiais.

2.1.10 Caixas Sob Estrado

As caixas sob estrado deverão ter tampas removíveis, fechadas por trincos ou grampos de ação rápida, devendo atender ao índice IP 65.

Não serão admitidas as fixações de tampas por parafusos.

O posicionamento das tampas deverá ser tal, que ela permaneça no local após a abertura dos grampos e possam ser facilmente retiradas.

As caixas deverão ser executadas em aço inox sem pintura. Quando necessário, devido às reduzidas distâncias de isolação, as caixas que con-

tiverem contatores e/ou fusíveis deverão ser revestidas internamente com material isolante e pintadas com tinta isolante e resistente ao fogo.

Deverá ser prevista junto a cada cabeceira uma caixa com calços (4 unidades), com fechadura padrão operação TRENSURB.

Deverá ser prevista junto a cada cabeceira uma caixa, com escada de emergência (desenho a ser fornecido pela TRENSURB).

As caixas, com tampas removíveis e fecho rápido, para o alojamento das baterias deverão ser executadas em aço inoxidável com pinturas no lado interior com tintas isolantes resistentes aos vapores de eletrólitos.

Esta caixa deverá conter gavetas deslizantes para alojamento das baterias com travas de segurança, para manutenção dos níveis de eletrólitos e possibilitar a remoção com empilhadeiras em caso de necessidade de substituição. O curso da gaveta deverá ser suficiente para que todas as baterias fiquem externa à caixa.

As caixas de baterias deverão ser reforçadas e todos os componentes internos tratados contra oxidação. Caso necessite de ventilação poderão ser previstos venezianas com proteção contra entrada de insetos e respingos.

2.2 PISO DO CARRO

Diretamente sobre o estrado da caixa do Trem será fixado o piso, com espessura suficiente para, quando assentado sobre as travessas, suportar uma carga de 750 kg/m² (equivalente a aproximadamente 10 passageiros/m²) sem a ocorrência de deformações plásticas e sem deformações elásticas que provoquem insegurança aos passageiros durante o uso.

O material utilizado no contra piso será de argamassa mineral composto de duas camadas, uma de preenchimento e outra de nivelamento. Sobre esta camada deverá ser aplicado o revestimento do piso.

O material obedecerá aos requisitos de comportamento ao fogo indicados no ANEXO E desta ET.

Todos os elementos para fixação de mobiliário, colunas de pega-mãos e demais acessórios do salão serão de aço inoxidável e em nenhuma hipótese estarão fixados no material do piso. A Contratada submeterá à TRENSURB o projeto e o processo de instalação do piso.

O piso será projetado para que, sobre ele, possa ser colocado o revestimento especificado no item REVESTIMENTO DO PISO.

2.3 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE

Todas as caixas dos carros completamente montadas serão submetidas a um ensaio de estanqueidade, antes de receber o revestimento interno.

Todos os vazamentos detectados deverão ser corrigidos por processos aprovados e as partes recuperadas submetidas a novo ensaio de estanqueidade.

Após a montagem final do carro, o mesmo deverá ser submetido aos ensaios de estanqueidade previstos em norma aplicável.

2.4 ENSAIO ESTRUTURAL DA CAIXA

A caixa será submetida a todos os ensaios de tipo, conforme previsto nesta especificação e na norma UIC 566 e EN 12663, contemplando a lotação excepcional de 10 passageiros em pé/m², mais os passageiros sentados acrescido de 30% da carga de passageiros devidos ao esforço dinâmico.

As tensões ocorridas durante o ensaio deverão ser medidas por extensômetros.

A localização dos extensômetros deverá ser indicada após a definição do projeto estrutural da caixa.

A quantidade mínima de pontos para verificação dos valores da tensão deverá ser de 200 entre extensômetros simples e rosetas, porém o número definitivo deverá ser determinado em comum acordo entre a TRENSURB e a Contratada.

Os ensaios deverão consistir dos carregamentos conforme tabela a seguir:

Nº	CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO	CRITÉRIO P/ ANÁLISE	COMENTÁRIO
1	Vertical de serviço 1,3 (P + 17.360 daN)	Fadiga	Sem flambagem
2	Vertical de sobrecarga 1,3 (P + 26.250 daN)	Escoamento	Sem flambagem
3	Compressão no Engate 1.500 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
4	Compressão no anti-encavalamento 1.500 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
5	Tração no engate 1.000 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida

Nº	CONDIÇÕES DE CARREGAMENTO	CRITÉRIO P/ ANÁLISE	COMENTÁRIO
6	Cargas Combinadas - Pior combinação de cargas comprovada nos cálculos do item	Escoamento	Flambagem elástica admitida
7	Torção (70/30)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
8	Levantamento por uma extremidade	Escoamento	Flambagem elástica admitida

(P) – Tara

2.4.1 Ensaio de Compressão

A estrutura da caixa deverá ter seu dimensionamento comprovado por ensaios de compressão a serem realizados na caixa do primeiro carro de extremidade, estruturalmente completo com carga simulada dos equipamentos.

O ensaio de compressão da caixa deverá ser feito em duas partes: a primeira compreenderá a aplicação de uma carga de compressão, aplicada longitudinalmente ao carro, por um dispositivo anti-encavalamento na largura de 600 mm sobre 2 nervuras do mesmo.

A carga de compressão inicial deverá ser de 20 ton e as aplicações sucessivas serão de 40, 60, 80, 90 e 100 ton.

A segunda parte do ensaio de compressão será feita pela aplicação de uma carga máxima de 82 ton, em um eixo coincidente com a linha de centro do engate e através de seu bloco de ancoragem.

O ensaio inicial será com carga de 20 ton seguidos de ensaios com cargas de 40, 60, 70, 82 ton.

A Contratada deverá fornecer as tensões de projeto para as partes críticas da caixa, tais como, nas vigas e colunas das cabeceiras, nas longarinas e vigas transversais, nas colunas das laterais, nos quadros das portas, nas áreas adjacentes às janelas, e outros.

A localização dos extensômetros será indicada após a definição do projeto estrutural da caixa.

2.4.2 Ensaio de Carga Vertical

Um ensaio de carga vertical deverá ser executado no primeiro carro de extremidade fabricado, estruturalmente completo, com carga simulada dos equipamentos.

O ensaio deverá ser executado no carro com a carga equivalente a lotação excepcional de 10 passageiros em pé/m², mais os passageiros sentados, acrescido de 30% da carga de passageiros devidos ao esforço dinâmico.

A carga de ensaio deverá ser distribuída no piso do carro, iniciando-se com 20% da carga máxima e nas etapas seguintes com 40, 60, 80 e 100%.

As deformações deverão ser medidas em determinados pontos da caixa por extensômetros e a cada aplicação, a carga será reduzida a zero para verificação das condições iniciais.

A localização dos extensômetros deverá ser indicada após a definição do projeto estrutural da caixa.

2.4.3 Ensaios de Torção

O ensaio de torção deverá ser executado em uma caixa do carro extremidade.

O ensaio deverá consistir em elevar o carro vazio sobre quatro apoios, através de macacos, localizados nos quatro cantos da caixa e retirando-se, em seguida, um dos apoios. Nessas condições, serão verificadas as tensões e deflexões ocorridas nas diversas partes da estrutura. Repetir este ensaio removendo o apoio oposto e simétrico a linha de centro logitudinal.

Os pontos para verificação dos valores das tensões deverão ser indicados após a definição do projeto estrutural da caixa.

A medição das tensões deverá ser feita por extensômetros.

2.4.4 Dispositivo Anti-encavalamento

Nas cabeceiras de todos os carros, rigidamente soldadas às cabeças do estrado, deverão ser instaladas peças de aço inoxidável com perfil para não permitir o encavalamento dos carros numa eventual colisão.

Os dispositivos de anti-encavalamento deverão possuir no mínimo 4 nervuras horizontais com espessura suficiente para resistir ao esmagamento, quando aplicada uma força horizontal localizada de 500 kN sobre cada uma delas.

A instalação do dispositivo anti-encavalamento deverá ser projetada para que os esforços provenientes de eventuais colisões sejam distribuídos uniformemente às estruturas do estrado.

2.5 REVESTIMENTO INTERNO

2.5.1 Acabamento Interno

O projeto do revestimento interno deverá ser do tipo modular e intercambiável, para tanto as furações deverão estar alinhados, eqüidistantes e padronizadas.

Os painéis deverão ser otimizados para reduzir a quantidade de itens. Na montagem do carro não será permitido retrabalhos ou ajuste da peça no local da instalação.

O projeto do revestimento do interior do carro deverá permitir fácil limpeza, seja por meios manuais ou mecanizados, sem cantos pontiagudos, cortantes ou que haja risco em função de movimentação relativa para garantir a segurança dos passageiros.

As sancas deverão ser projetadas para abrir e fechar individualmente sem que haja necessidade de abrir as demais adjacentes.

Os materiais deverão ser de qualidade comprovada, para garantir boa resistência à abrasão, luz solar e artificial e serem de alta resistência contra fogo e a ação dos agentes normais de limpeza, tais como detergente, água, desinfetantes e outros.

Todos os materiais utilizados para o acabamento deverão atender aos requisitos de comportamento ao fogo exigidos pela FAA – Code of Federal Regulations - Título 14 - Parte 25.853, ou pela FRA - Code of Federal Regulations" - Título 49 - Parte 238, ou ainda pela UMTA - Urban Mass Transportation Administration ou finalmente pela NF F 16-101 - Aplicação: "Sièges" (a mais rigorosa entre elas).

As portas e sancas deverão ter um dispositivo para mantê-las abertas e travadas. O fechamento e travamento das sancas deverá ser através de fechadura padrão TRENSURB.

A chaparia das laterais, cobertura, piso e cabeceiras pelo lado interno deverá ser tratada com isolante termo-acústico com uma camada de tinta betuminosa anti vibração e ruido ou material similar com a devida aprovação da TRENSURB.

Entre o acabamento interno e a estrutura da caixa deverá ser utilizado um isolante termo-acústico de característica de chama retardante.

Os painéis de acabamento interno deverão possuir as arestas e cantos arredondados. Sua fixação não deverá ter parafusos ou rebites aparentes. Todos os perfis de alumínio utilizados deverão ter um acabamento anodizado natural.

O projeto visual e as cores do acabamento interno dos carros deverão ser aprovados pela TRENSURB.

Ensaios de aceitação deverão ser executados no material destinado ao revestimento interno para comprovar, além de outras qualidades, a resistência à abrasão e à propagação de chamas, bem como quanto à produção de gases tóxicos, quando queimado.

2.5.2 Revestimento do Piso

Sobre o piso mineral nivelado deverá ser colado o revestimento do piso tipo tapete na cor e padrão de textura a ser escolhido pela TRENSURB durante a fase de projeto.

O revestimento interno do piso do carro deverá ser com mantas de polímeros resistentes à abrasão e anti-derrapante com performance comprovada para este tipo de aplicação ferroviária.

As mantas deverão ser unidas através de solda.

O revestimento do piso deverá prolongar-se pelas paredes do carro até uma altura de 200 mm acima do nível do piso. As extremidades junto às portas deverão ser protegidas por uma peça de acabamento em aço inoxidável.

As junções entre esses tapetes deverão ser adequadamente unidas, de forma contínua, possuindo total estanqueidade para permitir a limpeza, inclusive por meio de jatos de água sem que ocorra infiltração.

O material de revestimento do piso deverá ser resistente à chama, conforme a norma NF F 16 101 > M2F2; a chama de ponta de cigarro, conforme a norma DIN 51961, resistente à abrasão e desgaste, conforme ASTM C 501-66 ou DIN 53516; antiderrapante, conforme ASTM D 2047; a substâncias químicas, conforme norma DIN 51958 e toxidade de fumaça, conforme norma NF F 16101 M-2 F-2. Os ensaios deverão ser executados conforme as normas especificadas.

Deverá haver isolamento termo-acústico entre o revestimento do piso e os painéis sob estrado.

Não poderá existir nenhuma tampa de inspeção ao longo de todo piso do salão e da cabine.

O revestimento do piso da cabine deverá ser do mesmo tipo do descrito para o salão.

O revestimento do piso deverá possuir calafetação apropriada para permitir sua limpeza, inclusive por meio de jatos de água.

2.5.3 Painéis de Acabamento

Todos os painéis para acabamento do interior do carro deverão ser rígidos e sua fixação não deverá permitir vibração e ruído.

Os painéis deverão ser projetados, de forma a manter a continuidade do acabamento e não conter saliências, reentrâncias ou arestas que dificultem a limpeza e o espaçamento entre os painéis deverão ser padronizados.

A tonalidade das cores dos painéis não deverá apresentar diferença sensível, com relação às demais partes do acabamento interno de mesma cor e de materiais diferentes e deverão ser apresentados para aprovação da TRENSURB.

A Contratada deverá enviar amostra para aprovação da TRENSURB de todos os materiais pintados ou com acabamento em gel coat antes da fabricação.

2.5.4 Comunicação visual

No projeto do acabamento interno e externo deverá ser previsto o fornecimento e a instalação de painéis de comunicação visual (não fume, porta de emergência, símbolo internacional de deficiente físico, entre outros), além das placas de identificação, institucionais, entre outras. A TRENSURB fornecerá na fase de projeto o “Projeto de Comunicação Visual” contendo todas as placas e também as respectivas diagramações.

As placas de comunicação visual deverão ser em cores foto-luminescentes ou outro processo como a retro iluminada, que deverá ser apresentado para aprovação da TRENSURB, ficando assim, proibida a utilização de elementos colados ou pinturas diretamente sobre os painéis de acabamento, sem que haja aprovação da TRENSURB.

As dimensões, quantidades e a localização dos painéis deverão ser acertadas na fase de projetos.

As placas de comunicação visual deverão ser fornecidas pela Contratada. A quantidade e o local de instalação no trem serão definidos durante a fase de projeto. Os desenhos, a fonte das letras e as cores das placas de comunicação visual deverão ser aprovados pela TRENSURB.

As placas principais são:

- indicação de sentido de fluxo nas portas do trem;
- plaqueta para identificação das cabines do trem;
- placa de localização dos extintores de incêndio;
- sinalização de porta automática;
- indicação de porta de saída de emergência do salão;

- placa de não fume;
- indicação de local para deficientes físicos, idosos, obesos, gestantes e conexos;
- indicação de dispositivo de emergência de portas;
- indicação de intercomunicador passageiro/operador;
- indicação de local para cadeira de rodas, com símbolo internacional para deficientes.
- Indicação do bicicletário.

Deverão, também, ser previstas placas de comunicação em Braille, conforme a norma NBR 14021.

Nas sancas deverão estar previstas espaços para fixação de painéis de propagandas com dimensões a serem definidas no desenvolvimento do projeto.

Junto a bolsa de portas e nas portas dos armários elétricos deverão ser previstos espaços de 41 cm por 61 cm de altura para instalação de painéis de propagandas.

Os detalhes serão discutidos no projeto de acordo com as normas brasileiras e padrões da TRENSURB atualizados.

2.6 REVESTIMENTO EXTERNO

2.6.1 Acabamento Externo

O acabamento externo dos carros deverá ser projetado de forma a se obter um conjunto harmonioso, sem saliências, reentrâncias ou arestas que possam causar lesões aos passageiros ou dificultar a limpeza mecanizada.

As superfícies de acabamento da chapa de inox deverão ser escovadas (utilizar chapa escovada na fabricação em vez de escovar após montagem) no sentido horizontal, exceto as das cabeceiras que poderão ser na vertical, e deverão estar livres de marcas ou riscos. As ondulações não deverão ser superiores a 3 mm do vale ao pico em trechos de 1.000 mm em qualquer direção.

Cores e "design" do acabamento externo tais como a máscara e as faixas das laterais e numeração, serão definidas posteriormente durante a fase de projeto.

2.6.2 Máscara

A cabeceira dianteira dos carros das extremidades deverá ser revestida com uma peça moldada em fibra de vidro atendendo a Norma UIC 651 OR.

Outros materiais poderão ser utilizados desde que sejam aprovados pela TRENSURB.

A Contratada deverá apresentar o “design” da máscara para aprovação da TRENSURB.

A máscara deverá ser pintada e as cores serão definidas durante a fase de projeto, assim como o “design” da adesivagem.

A máscara não deverá contribuir para a resistência estrutural do carro, mas deve considerar que estará sujeita a um impacto de vento, associado à velocidade máxima do trem e às próprias condições ambientais, bem como a choques e vibrações devidos ao movimento do trem.

A fixação da máscara à estrutura do carro deverá ser feita, de modo a garantir perfeita vedação, não permitir o aparecimento de trincas ou infiltração de água devido à movimentação normal do carro ou mesmo quando executar o levantamento através de macacos no caso de reencarrilamento e não dificultar a limpeza por lavagem mecanizada.

A máscara deverá ser projetada e preparada para a fixação do para-brisa através de colagem e com guarnição de acabamento externo e interno de borracha de modo que atenda as características especiais estabelecido na norma UIC 651 OR e os requisitos contra fogo.

A região onde será fixado o para-brisa deverá ter um rebaixo preparado de modo que haja espaço suficiente para que na manutenção possa ser cortada a borracha a fim de remover o vidro do para-brisa sem causar danos à máscara.

A máscara deverá prever facilidades para acesso e manutenção de componentes como máquina do limpador de para-brisa, faróis, luzes demarcadoras e luzes de cauda.

A máscara deverá ser projetada, prevendo uma proteção para as palhetas do limpador de para-brisa quando submetido a máquina de lavar e também espaços para fixação das antenas de rádio banda larga e da sinalização, embutido na parte superior. Detalhes serão definidos durante a fase de projeto.

2.6.3 Identificação do Carro

Os carros de extremidades deverão receber um número de identificação do trem, em ambas as laterais, externas próximo a cabine, na

máscara e no interior da cabine.

Nos demais carros a identificação deverá constar em ambas as laterais externas e no salão de passageiros em quantidade e posição a ser definida na fase de projeto.

As formas, tipo de fonte, dimensões e localizações dos números serão definidas na fase de projeto.

A pintura ou adesivos dos números nas laterais deverá ser feita diretamente sobre as chapas de revestimento externo.

O símbolo da TRENSURB deverá ser pintado nas laterais dos carros de extremidades, bem como em sua máscara de revestimento da cabeceira frontal, conforme desenho a ser fornecido. O símbolo poderá ser, também, do tipo adesivo.

2.7 CABINE DE CONDUÇÃO

Os carros das extremidades deverão ter cabine de condução na largura total da caixa, com console e com espaços para que o operador circule com facilidade de um lado a outro.

A cabine de condução deverá ser projetada de forma ergonômica e atender à norma UIC 651 OR.

Deverá ser construído pela Contratada um “Mock Up” completo da cabine de condução para a realização de estudo ergonômico, contemplando o posto de comando, banco do operador, chaves, alavancas de comando, IHMs e condições ambientais em escala natural, para aprovação da TRENSURB.

Deverá ser previsto no console da cabine ou próximo a ele, um local para instalação do carregador do transceptor portátil do operador, que será fornecido pela TRENSURB. Nesse local deverá também ser prevista alimentação de 220 Vca.

No interior da cabine, deverá ser instalado um extintor de incêndio igual ao do salão. O extintor deverá ficar instalado em suporte de fácil acesso e em local que não interfira com a circulação na cabine.

O interior da cabine deverá ter acabamento compatível com o interior do carro.

O console deve ser de maneira que a condução seja centralizada na cabine.

As cabines deverá possuir armário destinado a guardar luvas, lanternas e demais equipamentos utilizados pelo operador.

As cabines deverá possuir armário destinado à guarda de objetos pessoais do operador que possa abrigar uma mochila de porte médio. A porta deste armário deverá ser dotada de fechadura padrão da operação

A cabine deverá ser equipada com quebra sol, do tipo cortina deslizante ajustável, com possibilidade de deslocamento vertical na extensão horizontal do para-brisa, de fácil acesso ao operador, de fácil manejo e não deverá permitir deslocamento devido a vibrações e deverá estar de acordo com a norma UIC-564-2 classe B.

Deverão ser instalados, no console e junto às janelas nas laterais da cabine, os comandos e indicadores de abertura e fechamento das portas dos salões de passageiros dos lados direito e esquerdo do trem.

2.7.1 Portas da Cabine

A cabine deve ser provida de portas laterais de acesso em ambos lados e por uma porta de acesso ao salão de passageiros.

As portas laterais deverão:

- permitir fácil acesso a partir da plataforma e do nível da via;
- ter fechadura tipo padrão TRENSURB e maçanetas do lado interno e externo sendo que a maçaneta deverá ser incorporada sendo a empunhadura e acionamento funcionais;
- ter sensoriamento de abertura com registro no data bus;
- ser fabricadas em aço inoxidável;
- ser projetadas de modo a manter uma perfeita vedação contra a entrada de água e não produzir vibração ou ruído durante o movimento do trem;
- ter suas folhas com o acabamento de cada face em concordância com o ambiente em que estão localizadas;
- ter janelas corrediças na direção vertical tipo bolsa com a finalidade de permitir a visualização da plataforma pelo operador, com dimensões e na altura suficientes para que o operador com altura de 1,50m a 1,90m possa passar com a cabeça, com vidro igual ao utilizado no para-brisa provido de película solar de padrão igual ou superior as já instaladas na atual frota da TRENSURB. O acionamento para abertura e fechamento das janelas deverá ser elétrico munido de sensor de segurança em ambas as laterais. Deverão ser projetadas de modo a manter uma perfeita vedação contra a entrada de água e não produzir vibração, ruído ou deslocamentos por conta da movimentação do trem.

Junto a cada porta (lado direito e lado esquerdo), deverão ser instaladas botoeiras com indicadores de estado para comando da abertura e fechamento das portas do salão de usuários de todo o trem.

A porta de acesso ao salão de passageiros deverá:

- ser desprovida de janela;
- ter largura mínima de 700 mm;
- ter seu acabamento em concordância com o ambiente em que está localizada;
- resistir (folha de porta e a divisória) a esforços longitudinais da caixa equivalente a uma pressão de 150 daN/m2.
- ser projetada de forma a não permitir vibrações e ruídos, devendo abrir e fechar de forma corrediça e possuir amortecimento no fechamento e na abertura.
- ser provida de dispositivo que mantenha a porta travada na posição aberta sempre que esta abrir totalmente. Para permitir o fechamento deverá haver no interior da cabine comando mecânico para a liberação.
- ter maçaneta do lado da cabine com fechadura padrão TRENSURB.

2.7.2 Iluminação da Cabine

A iluminação da cabine de condução deverá ser projetada de modo a garantir a perfeita visibilidade dos comandos e dispositivos de controle sem causar ofuscamentos ou reflexos.

Deverão existir dois tipos de iluminação:

- Iluminação geral da cabine constituída por luminária com iluminação LED alimentada com inversor e outra de emergência também com lâmpada LED e alimentada em tensão de bateria;
- Iluminação de LEDs direcional da cabine que deverá ser constituída por dois spots ajustáveis permitindo iluminar o console ou o painel do armário elétrico.

O acionamento da iluminação da cabine deverá ser por chaves independentes, uma para cada tipo de iluminação.

2.7.3 Banco do Operador

Um banco para o operador deverá ser instalado na região central da cabine permitindo que o operador tenha a opção de conduzir sentado ou em

pé, não interferindo com o console ou qualquer outro equipamento.

O banco deverá ser ergonômico, estofado, com encosto e assento revestido com material altamente resistente, adequado para uso prolongado e que atenue os problemas de transpiração, além de atender aos requisitos da norma ABNT NBR 12.758. Deverá atender ainda aos requisitos de comportamento ao fogo exigidos pela FAA - Code of Federal Regulations - Título 14 - Parte 25.853, ou pela FRA - Code of Federal Regulations - Título 49 - Parte 238, ou ainda pela UMTA - Urban Mass Transportation Administration ou finalmente pela NF F 16-101 - Aplicação: "Sièges" (a mais rigorosa entre elas).

O material de revestimento e a cor deverão ser submetidos a aprovação da TRENSURB.

O encosto deverá ter protetor cervical fixo com altura suficiente.

O banco deverá ser projetado para pessoas com massa entre 50 e 150 kg, possuir sistemas de ajuste que permitam: rotação da base, regulagem de altura do assento, da inclinação do encosto e corrediça (trilho) que permita regulagem longitudinal (para frente e para trás).

O sistema do banco do operador não deverá conter corrediça instalada no piso da cabine.

O conjunto do banco poderá ser escamoteável sob o console para facilitar a circulação na cabine.

O banco e o console deverão constituir um conjunto ergonômico e atender aos requisitos das normas NBR 12.758 e UIC 651 OR.

A fixação do banco deverá ser feita de forma que sua retirada pela manutenção seja facilitada.

A aprovação final do banco deverá ser feita após sua instalação no mock up.

Um banco escamoteável deverá ser instalado na cabine de condução ao lado do operador para utilização pelo instrutor.

Este banco deverá ser fixado a uma estrutura capaz de suportar pessoas com massa até 150 kg.

Deverá ser projetado de modo a não ocupar espaço interno na cabine, ficando embutido quando não utilizado.

A instalação do banco do operador e do instrutor não deverá obstruir a abertura das portas de acesso à cabine.

O banco do instrutor deverá ter o mesmo acabamento do banco do operador.

2.7.4 Climatização da Cabine

Na cabine deverá ser instalado um sistema independente de climatização com aquecimento, resfriamento de ar, e ventilação. O comando deverá ser feito pelo painel de forma acessível ao operador.

Deverá ser possível selecionar de forma independente aquecimento, refrigeração ou ventilação.

No caso de falha do inversor auxiliar que alimenta o climatizador da cabine, deverá ser mantida, no mínimo, a ventilação, através da bateria.

O sistema deverá permitir que o operador ligue o climatizador de uma cabine a partir da outra.

O sistema de climatização da cabine deverá possibilitar a regulagem e direcionamento do fluxo de ar.

Deverá ser considerada uma taxa mínima de renovação de ar de 25 m^3/h.

O controle de temperatura deverá ser efetuado pelo próprio operador e possibilitar regulagens entre 18º e 28º.

As grelhas (ajustáveis), de saída de ar não deverão estar sobre a cabeça do operador e os direcionadores de ar deverão ser posicionados de modo a possibilitar o fluxo do ar na frente do operador.

O nível de ruído na cabine, com o sistema de climatizador funcionando na velocidade alta, deverá ser igual ou inferior a 70dBA, a ser medido na linha de centro e a 1,3m do piso da cabine.

O sistema de climatizador deverá ter uma derivação para o desembaçador do para-brisas e deverá atender a norma UIC 553.

2.7.5 Console

Todas as cabines deverão estar equipadas com console que deverá ser projetado de forma ergonômica para minimizar os problemas de lesão por esforços repetitivos principalmente na atuação nas alavancas de comando do trem e de modo a facilitar a operação, manutenção e a limpeza.

O console deverá ser projetado de maneira tal que permita que o operador possa, eventualmente, operar o trem em pé.

O console deverá dispor de todos os recursos de controle, instrumentação e indicadores que permitam a plena operação do trem. De qualquer forma deverá ser aprovado pela TRENSURB durante a fase de projeto.

A distribuição dos instrumentos, anunciadores, botoeiras e chaves de co-

mutação no console deverá ser feita obedecendo a um critério de prioridade operacional.

A iluminação dos anunciadores de falha e instrumentos deverá ser feita por LED permitindo fácil leitura e/ou verificação mesmo com o trem em movimento. A iluminação destes deverá ser acionada em sincronismo com a seleção de carro líder e dotada de regulagem de intensidade.

Os aparelhos com visores instalados no console deverão ser dotados de proteções convenientes para permitir fácil leitura mesmo sob ação de iluminação intensa.

O console deverá ser do tipo removível em módulos e sua interligação com o carro deverá ser feita através de conector sendo que a parte fixa deste deverá estar no console.

No console deverá estar instalado dispositivo que libere os comandos de tração somente a empregados autorizados.

Esta liberação deverá ser feita através de senha, sendo que o sistema deverá suportar, no mínimo, quinhentos (500) permissionários.

Deverá ser previsto também sistema de by pass para liberação dos comandos em caso de falha deste sistema.

Tanto a utilização normal quanto o uso do by pass deverão ficar registrados no sistema data bus.

O console deverá estar equipado, sem se limitar, com no mínimo os seguintes instrumentos e dispositivos de comando, informação e controle:

- Identificação do carro/trem conforme padrão TRENSURB;
- Chave seletora de modalidade na composição (Líder, Intermediário ou Cauda);
- Indicador de cabine selecionada;
- Chave de seleção de modalidade de operação;
- Chave de seleção de sentido de marcha;
- Comando de acoplamento e desacoplamento;
- Comando de acionamento dos pantógrafos;
- Manipulador único para comando de tração e freio com sensor de homem morto.

  OBS: O tipo de sensor de homem morto deverá ser definido com a TRENSURB. A alavanca principal deve ser do tipo deslizante com aceleração para frente e frenagem no sentido oposto;

- Comando de aplicação de frenagem de emergência (botão soco);
- Comando de freio de estacionamento;
- Comando de buzina;
- Comando de fechamento e abertura de portas lado esquerdo e lado direito;
- Comando de climatização cabine líder e cabine cauda;
- Comando de iluminação do salão de usuários;
- Comando de iluminação cabine;
- Chave de seleção de portas;
- Comando de farol;
- Comando de limpador de para-brisa;
- Comando de lavador de para-brisa;
- Controles de informações aos passageiros e mídia eletrônica para os displays dos salões;
- Seletor de canais;
- Controle do volume do sonofletor;
- Microfone;
- Comandos de comunicação e indicadores:
- Comunicação CCO/operador e vice versa;
- Comunicação CCO/passageiros;
- Comunicação operador/passageiros geral;
- Comunicação operador/passageiros individual;
- Transmissor em operação;
- Comunicação cabine/cabine;
- Comunicação intercomposições (unidades acopladas);
- Demais equipamentos a serem discutidos na fase de projeto executivo.

Instrumentos:

- Velocímetro;

- Manômetro;
- Odômetro;

Sinalizadores e Indicadores de falhas:

- Freio de emergência pelo sistema de sinalização;
- Freio de serviço pelo sistema de sinalização;
- Inversor auxiliar isolado;
- Inversor de tração isolado;
- Compressor isolado;
- Compressor principal isolado;
- Indicação de portas abertas lado direito;
- Indicação de portas fechadas lado direito;
- Indicação de portas abertas lado esquerdo;
- Indicação de portas fechadas lado esquerdo;
- Dispositivo de homem morto acionado;
- Freio de emergência dos passageiros;
- Pantógrafo;
- Status do climatizador;
- Detector de descarrilamento;
- Retirada de algum extintor de incêndio do salão;
- Conexão de fonte de alimentação externa;
- Tacógrafo inoperante;
- Freio de atrito aplicado;
- Freio de estacionamento aplicado;
- Indicadores de velocidade imposta;
- Baixa tensão na rede aérea;
- Sobrevelocidade;
- Freio isolado;
- Sistema "Data-bus"
- Sistema de Rádio-comunicação

- Comunicação
- sistema de detecção de incêndio
- Demais sinalizadores/indicadores a serem discutidos na fase de projeto executivo.

No console da cabine deverão ser instalados três monitores (touch screen) cujas características estão definidas no item monitores de vídeo do console.

As principais informações a serem apresentadas no monitor central são:

- Velocidades real e comandada;
- Tensão da catenária;
- Corrente de tração;
- Pressão encanamento principal;
- Pressão do reservatório de suprimento;
- Freio de emergência (laço aberto – indicando de qual sistema partiu a atuação);
- Freio de serviço aplicado pelo sistema ATC;
- Freio de serviço aplicado pelo operador;
- Freio de serviço isolado (indicação por carro e qual tipo de isolamento);
- Freio de estacionamento (estado por carro);
- Falha Verifique. Este indicador deverá ser na cor vermelha e informará ao operador da ocorrência de falha em um ou mais equipamentos do trem. Após o reconhecimento da falha pelo operador, a indicação deverá apagar-se para poder indicar a ocorrência da próxima falha;
- Relógio, calendário, cronômetro;
- Anunciador de falhas;
- Estado funcional dos equipamentos do trem;
- Estado de todas as portas dos salões de passageiros;

  OBS: A sinalização do estado de cada porta do trem deverá ter a qualquer tempo o estado real da mesma. Exemplo – com as portas abertas e comandado o fechamento, a sinalização de portas fechadas deverá ocorrer individualmente para cada porta após o seu respectivo fechamento. Com o comando de abertura, a sinali-

zação individual do estado de cada porta deverá ocorrer quando detectado o início da abertura.

- Acionamento de saídas de emergência pelos usuários;
- Acionamento de intercomunicadores pelos usuários;
- Demais informações a serem discutidas na fase de projeto executivo.

O outro monitor do console, deverá apresentar as imagens das câmeras de CFTV e quando solicitado pelo operador, deverá apresentar a lista de falhas dos equipamentos. A disposição dos componentes deverá ser acertada durante a fase de projeto.

A interação entre o operador e os monitores (IHM), será acertada durante o desenvolvimento do projeto.

Junto a cada monitor deverá haver botões para seleção de menus e opções de telas.

Deverá ser possível ativar as funções de um monitor no outro monitor e vice e versa.

Por acesso restrito ao pessoal de manutenção, também deverá ser possível visualizar nos monitores, detalhamento das falhas anunciadas, tais como variáveis anormais, histórico de eventos, e outros, característicos de cada equipamento.

Os monitores deverão estar localizados no console, de maneira que permitam fácil leitura pelo operador, em qualquer condição de luminosidade ambiental (claro ou escuro).

A ativação dos vídeos, anunciadores/indicadores, instrumentos do console deverão ser associados à seleção de carro líder.

O console deverá dispor de todos os recursos de controle e indicadores que permitam a operação do trem. Essas indicações deverão ser discutidas e aprovadas pela TRENSURB durante a fase de projeto.

Anunciador de falhas, conforme capítulo 10.10;

2.7.6 Espelhos retrovisores

Cada cabine de condução deverá dispor de espelhos externos retráteis dos lados direito e esquerdo do carro, que podem ser vistos pelo operador na posição sentado e em pé, possibilitando a visualização de toda a extensão do trem em reta.

Os ângulos de abertura dos espelhos retrovisores serão pré ajustados na

montagem e devem possibilitar reajustes quando necessários.

Para velocidades inferiores a 4 km/h, ao ser solicitado o comando de abertura dos espelhos retrovisores, os mesmos se abrirão e permanecerão abertos até ser solicitado o comando para seu fechamento ou se fecharão automaticamente quando a velocidade do trem atingir valores superiores a 4 km/h.

Acima desta velocidade os espelhos poderão ser abertos, porém o botão de acionamento deverá ser mantido pressionado.

2.8 ARMÁRIOS ELÉTRICOS

2.8.1 Armários dos Carros das Extremidades

Os armários destinados à instalação de equipamento, relés, disjuntores, interruptores, fusíveis, e outros, no interior dos carros das extremidades deverão estar localizados na cabeceira 1.

Os equipamentos deverão ser fixados em suportes padronizados com guias metálicas com pistas deslizantes e com travamentos, que deverão ser rigidamente instaladas nos armários. Os equipamentos deverão ser retirados pela frente do armário, na cabine.

Os armários elétricos deverão ser dotados de portas para permitir acesso aos equipamentos, fiações e chaves. As peças de acabamento dos armários elétricos deverão ser revestidas internamente por chapas metálicas para auxiliar na blindagem eletromagnética dos equipamentos eletrônicos conforme Norma específica.

Os equipamentos, chaves e interruptores deverão ficar fixados no painel frontal do armário. Onde não houver equipamentos, deverão ser previstos painéis de acabamento, com fixação independente, que manterá a continuidade do conjunto.

As portas dos armários deverão ser planas, livres de ondulações e projetadas de forma a manter um assentamento perfeito e livre de vibrações.

O fechamento das portas deverá ser feito por chaves padronizadas previamente aprovadas pela TRENSURB.

Os armários elétricos deverão permitir a ventilação natural nos equipamentos.

Estes armários deverão permitir a ventilação natural nos equipamentos. Se os equipamentos tiverem ventilação forçada, a exaustão deverá ser para o exterior do carro. Estes armários deverão ser posicionados

de maneira a evitar a incidência direta da luz solar.

A localização das chaves de uso exclusivo de manutenção e operação deverão ser definidas na fase de projeto.

Os armários elétricos deverão ter três tomadas de 220 Vca (no mínimo 2,0 kW no total). As tomadas deverão ser conforme NBR específica. A capacidade das tomadas deverá ser de, pelo menos, 10A, 250V.

As chaves de energização dos equipamentos deverão ser comutadoras de 3 posições e deverão estar localizadas em um mesmo painel. As posições das chaves deverão ser: automático, local e desligado.

Deverá haver, também, uma chave de energização geral, cujo circuito deverá ser do tipo paralelo, ou seja, os equipamentos poderão ser energizados por uma cabine e desenergizados pela mesma ou pela cabine oposta, que deve estar localizada no mesmo painel de chaves de energização dos equipamentos.

2.8.2 Armários dos Carros Intermediários

Os armários elétricos do carro intermediário (caso houver) deverão estar localizados na cabeceira 2 do carro.

Os equipamentos deverão ser fixados em suportes padronizados com guias metálicas com pistas deslizantes e com travamentos.

Os armários elétricos deverão ser dotados de portas para permitir acesso aos equipamentos, fiações e chaves. As peças de acabamento dos armários elétricos deverão ser revestidas internamente por chapas metálicas para auxiliar na blindagem eletromagnética dos equipamentos eletrônicos conforme Norma específica.

Estes armários deverão permitir a ventilação natural nos equipamentos. Se os equipamentos tiverem ventilação forçada, a exaustão deverá ser para o exterior do carro. Estes armários deverão ser posicionados de maneira a evitar a incidência direta da luz solar.

Os armários elétricos deverão possuir três tomadas de 220Vca (mínimo de 2,0 kW no total).

As tomadas deverão ser conforme Norma NBR específica. A capacidade das tomadas deverá ser de 10A, 250V.

As chaves de energização dos equipamentos deverão ser comutadoras de 3 posições e deverão estar localizadas em um mesmo painel. As posições das chaves deverão ser: automático, local e desligado.

2.9 COLUNAS E PEGADORES

O salão de passageiros deverá dispor de colunas localizadas próximas às portas e pegadores longitudinais que permitirão aos passageiros movimentarem-se com segurança, conforme Norma NBR específica.

A disposição das colunas e pegadores longitudinais deverá ser aprovada pela TRENSURB na fase do desenvolvimento do projeto.

As colunas e pegadores deverão ser em tubos de aço inoxidável e projetados, de forma que não seja necessária a sua remoção para permitir acesso aos equipamentos, tais como: luminárias, mecanismo de portas, revestimento, e outros.

As uniões dos elementos deverão ser desenvolvidas de forma a não conter arestas, não permitir acúmulo de poeira e seu acabamento ser concordante com o aço inoxidável utilizado.

As fixações, colunas e pegadores deverão ser tais que não existam deformações permanentes em quaisquer dos elementos, quando aplicada uma carga vertical de 250 daN nos pontos médios entre suportes de fixação dos pegadores.

Na coluna, em local apropriado, deverá ter placas com informações em Braile para pessoas portadoras de deficiência visual. Este item será definido em comum acordo durante a fase de projeto.

As fixações e colunas deverão suportar uma carga horizontal de 120 daN nos pontos médios entre as fixações das colunas, sem que exista deformação permanente em qualquer de seus elementos.

As fixações deverão, ainda, ser de forma a garantir que seus elementos não se soltem devido às vibrações normais do carro.

O diâmetro dos tubos deverá ser aproximadamente de 32 mm (1 ¼") com espessura da parede de 1,2 mm no mínimo.

Na coluna, em local apropriado, deverão ter placas com informações em Braile para pessoas portadoras de deficiência visual. Este item será definido em comum acordo durante a fase de projeto.

2.10 BANCOS DE PASSAGEIROS

O arranjo dos bancos no interior do salão deverá seguir a direção longitudinal da composição, preservando um espaço de área livre de 0,3 m juntos às portas para distribuição do fluxo de passagei-

ros, além dos espaços destinados aos cadeirantes e ciclistas. O leiaute dos bancos deverá ser aprovado junto à TRENSURB na fase de desenvolvimento do projeto.

Os bancos de passageiros deverão ser modulados, intercambiáveis e fabricados em resina reforçada com fibra de vidro. Materiais diferentes poderão ser apresentados para aprovação da TRENSURB

A fixação dos bancos não deverá ser feita sobre o piso do salão.

A estrutura dos bancos deverá ser em perfil tubular com seção retangular ou quadrada e ser reforçada, de forma a resistir a uma carga distribuída de 150daN por assento, sem ocasionar deformação permanente em qualquer de seus elementos.

Os bancos e suas respectivas bases de fixação deverão ser projetados, de forma a garantir sua estabilidade, evitar vibração e ruído e facilitar a limpeza.

Os bancos deverão ter formas ergonômicas e suas superfícies não deverão apresentar saliências, reentrâncias ou arestas vivas e seu acabamento deverá ser livre de bolhas, marcas, trincas ou riscos.

Para aprovação da ergonomia e a forma de fixação do banco deverá ser construído um protótipo na escala real.

A folga entre o encosto do banco e o acabamento deverá ser de 2 a 4 mm, de forma a evitar o atrito entre tais elementos.

A cor dos bancos será definida na fase de projeto.

As dimensões dos assentos e encostos deverão ser compatibilizados com os parâmetros estabelecidos na norma NBR12440.

Os itens de Bancos Preferenciais e Banco para Obesos deverão estar em conformidade com o capítulo 17 (Acessibilidade) desta ET.

2.11 DISPOSITIVOS PARA BICICLETAS

Deverão ser previstos 5 (cinco) dispositivos para fixação de bicicletas a serem colocados em um dos carros “MA” ou “MB”, a ser definido na etapa de desenvolvimento de projeto. A localização dos dispositivos deverá minimizar conflitos com o fluxo interno de passageiros, além de permitir a acomodação adequada para os passageiros ciclistas.

Deverão ser apresentados no mínimo 3 modelos de dispositivos pela Contratada no formato “Mock Up” em tamanho real do salão de passageiros para aprovação de pelo menos 1 modelo por parte da equipe técnica da TRENSURB.

O material dos dispositivos deverá estar em compatibilidade com os bancos e em harmonia com os demais dispositivos internos no salão de passageiros.

2.12 BAGAGEIROS

Deverão ser previstos bagageiros em aço inoxidável de forma a não interferir com a configuração interna das colunas, pega mãos e monitores de LCD.

Os bagageiros deverão ser projetados, de forma a garantir sua estabilidade, evitar vibração, ruído, facilitar a limpeza e não prejudicar a eficiência da iluminação. Também deverá ser considerada a minimização das interferências no fluxo interno de usuários. A disposição deverá seguir o leiaute dos bancos e ser aprovada pela TRENSURB na fase de desenvolvimento do projeto.

2.13 JANELAS DO SALÃO

A disposição das janelas laterais deverá seguir linhas de forma que a área envidraçada deverá ser de, no mínimo, 0,36 m^2 para cada metro linear da lateral do trem.

As janelas deverão estar equipadas com policarbonatos, com espessura de 9 mm, serem desenvolvidas de forma a evitar vibração e ruído além de efetuar uma perfeita vedação contra a entrada de áua, conforme especificado no item Policarbonato.

A parte superior das janelas deverá ter basculante, de altura aproximada de 20 cm, provida de fechadura padrão Operação TRENSURB.

Todas as guarnições de borracha deverão estar de acordo com o item específico de borracha e deverão ter a sua emenda vulcanizada e as curvaturas pré moldadas à quente.

2.14 PANTÓGRAFO

Os pantógrafos deverão ser do tipo canoa única, de substituição rápida, construído com estrutura tubular metálica, devidamente tratada contra corrosão, adequado à operação em rede aérea tipo catenária suspensa flexível e autocompensada. A Contratada deverá prever a condição de circulação dos trens em rede aérea fixa e em túneis.

O pantógrafo deverá ser projetado levando em consideração o atual sistema de rede aérea e via permanente da TRENSURB.

O pantógrafo deverá ser instalado sobre a cobertura do carro, em suportes metálicos, através de isoladores, na linha de centro transversal dos truques.

O pantógrafo deverá manter uma força de contato constante com a catenária, de 5 a 8 daN, em qualquer condição de velocidade em toda sua região de trabalho.

A canoa do pantógrafo deverá ser projetada para admitir um deslocamento do fio "troley" de acordo com a rede aérea da TRENSURB a fim de garantir desgaste uniforme das áreas de contato.

O contato do pantógrafo com a rede aérea deverá ser efetuado através de barras estruturadas de grafite com fusível mecânico.

O pantógrafo deverá ser projetado para operar corretamente e com segurança nos dois sentidos para uma velocidade de até 120 km/h.

Sobre a cobertura na região prevista para a instalação do pantógrafo, deverá ser colocado um lençol de cloreto de polivinila flexível, garantindo a não propagação de chama, reforçado internamente com tela de poliéster e resinas, que deverá propiciar um isolamento elétrico de no mínimo 15 kV. A superfície livre deste lençol deverá ser do tipo anti derrapante.

Deverá ser prevista a ligação dos pantógrafos a dispositivos de aterramento, e o comando destes a um dispositivo de travamento.

Deverá haver sensores para detectar e informar ao sistema "Data Bus" a posição dos pantógrafos abaixado e aterrado, elevado e energizado.

O pantógrafo deverá ser submetido aos testes mencionados na norma IEC 494. O cabo de alta tensão (3.000 V) que liga o pantógrafo aos equipamentos do carro sob estrado deverá ser instalado em tubo de aço magnetizável aterrado, exclusivo para esta finalidade.

No pantógrafo deverá ser evitado que circule corrente elétrica pelas articulações de sua estrutura.

2.14.1 Sistema de Acionamento do Pantógrafo

O acionamento do(s) pantógrafo(s) do trem deverá provocar a movimentação, abaixamento ou levantamento, sendo único em cada cabine de comando. Deverá operar continuamente por um período de tempo ou quilometragem conforme condições operacionais da TRENSURB.

Para proporcionar uma operação equilibrada dos pantógrafos estes deverão alternar-se automaticamente após um período de tempo ou quilometragem a ser definido.

O ajuste destes parâmetros deverá ser configurável pela Contratada através do sistema Data Bus. O conhecimento, a programação desta operação será repassado ao pessoal técnico operativo da TRENSURB através de treinamento e documentação técnica fornecida quando da entrega do primeiro trem.

Após o tempo ou quilometragem ajustada para reversão dos pantógrafos, o sistema Data bus deverá sinalizar ao operador que deverá ser efetuada a troca do ciclo de trabalho do(s) pantógrafo(s). Uma vez realizada a troca, a sinalização deverá apagar e iniciar um novo ciclo.

Se não ocorrer o levantamento do(s) pantógrafo(s) selecionado(s) após transcorrido um determinado tempo, automaticamente deverá ser acionado o(s) pantógrafo(s) anterior(es) com a mesma interligação em alta tensão. O sistema Data Bus deverá armazenar a informação de utilização de ciclos, ou tempo de utilização, de cada pantógrafo.

Deverá ser possível comutar qualquer pantógrafo acionado ou inibir o levantamento do mesmo, a partir da cabine.

Deverá haver um dispositivo no console que quando acionado abaixará o(s) pantógrafo(s) ativo(s) com o trem em movimento. A desconexão do pantógrafo deverá ocorrer somente após a corrente de linha ser zerada pelo controle de tração.

A elevação do(s) pantógrafo(s) na composição será efetuada através do sistema de ar comprimido contido em um reservatório específico para esta função. Este reservatório deverá ser mantido pressurizado pelo sistema de ar comprimido do trem.

Se o reservatório de ar comprimido do(s) pantógrafo(s) não tiver pressão suficiente para efetuar o acionamento do mesmo, o levantamento será efetuado com ar comprimido fornecido por um grupo moto compressor auxiliar, alimentado por tensão das baterias e comandado automaticamente por pressostato.

O grupo moto compressor auxiliar deverá estar protegido em caixa fechada sob o estrado, com fechadura padrão TRENSURB.

Ao ser solicitado o abaixamento do(s) pantógrafo(s) implicará, automaticamente, no desligamento prévio de todas as cargas alimentadas pelo mesmo.

2.14.2 Aterramento do Pantógrafo e Chave de Segurança

Todos os pantógrafos que não estiverem acionados (sem contato com a rede aérea) deverão estar aterrados.

Em cada carro motor, em uma caixa sob o estrado, deverá haver uma

chave seccionadora que quando acionada irá realizar as seguintes funções no próprio carro:

- Desconectar o circuito elétrico de potência com os carros adjacentes;
- Liberar o acesso físico a uma chave que será utilizada para abertura de todos os compartimentos alimentados pela tensão da catenária, somente deste carro.

A chave de abertura dos compartimentos alimentados pela tensão da catenária deverá ser individualizada e identificada por carro.

A abertura de qualquer um dos compartimentos no carro, deverá ser informada ao sistema “data bus”, que providenciará o acendimento de forma piscante, de uma sinaleira sob o estrado, nos dois lados do carro. Nessa condição, o “Data bus” sinalizará para o operador, no monitor de falhas da cabine, a informação “Tampas Sob Estrado Abertas”, com identificação do carro.

Se a tampa de algum compartimento não for devidamente fechada o levantamento do pantógrafo deverá ser inibida mesmo que a chave esteja posicionada em seu alojamento no armário elétrico.

Uma vez que o trem esteja restabelecido e liberado para operação comercial, caso for detectada abertura de alguma tampa ou falha de micro durante a movimentação do trem somente deverá sinalizar no “data bus”.

Deverá ser fornecido dez conjuntos sobressalentes de todas as chaves para a TRENSURB.

Não será admitido o uso de cadeados para o fechamento das tampas dos compartimentos sob estrado.

2.14.3 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Todos os carros deverão ser equipados com SPDA instalados na cobertura. Os SPDA deverão ser providos de resistores não lineares de óxido de zinco.

As características dos SPDA deverão propiciar proteção adequada aos equipamentos de tração e frenagem elétrica e inversores auxiliares e deverão ser especificadas pela Contratada os seguintes parâmetros:

- tensão transiente;
- capacidade de descarga;
- tempo de duração;

- e fator de forma.

2.15 PASSAGEM ENTRE CARROS (OPEN WIDE GANGWAY)

O sistema de passagem entre carros deverá ser autoportante, de modo que metade fique preso a cabeceira de um carro e outra metade na cabeceira do outro, unidos por um sistema de trava seguro. O fechamento deverá garantir uma perfeita vedação contra entrada de água de chuva ou de lavagem.

O revestimento flexível externo deverá ser resistente a intempéries, graxas, solventes, detergentes e atender aos requisitos das normas sobre propagação de fogo, índice de fumaça e gases tóxicos.

A passagem entre os carros deverá ser de materiais flexíveis sendo que o piso deverá ser articulado e composto de chapa de aço inoxidável antiderrapante, ligados à caixa do carro. As laterais internas deverão ser em aço inoxidável.

Deverão haver pontos de apoio nas laterais para uso dos passageiros.

A passagem livre entre os carros deverá ter uma largura mínima de 1600 mm e a altura no mínimo de 2.000 mm. Esta passagem deverá ser segura e sem risco de acidente aos usuários, mesmo que haja movimentos relativos entre as partes.

A região da passagem não deverá ter rampa ou degraus em relação ao salão de passageiros.

O dispositivo de passagem entre carros deverá ser fabricado conforme estabelece a norma UIC 561.

O nível de ruído máximo na região de “GANGWAY” deverá atender os mesmos requisitos especificados para o salão de passageiros.

As partes metálicas do “GANGWAY” deverão estar no mesmo potencial elétrico das caixas dos carros.

O conjunto “GANGWAY” deverá ser projetado e dimensionado de forma que absorva todos os movimentos relativos entre carros em função da circulação do trem nas vias da TRENSURB.

O nível de iluminamento a 800 mm acima do piso acabado, deverá atender o item 17.3 dessa ET.

2.16 SISTEMA EMBARCADO PARA LUBRIFICAÇÃO DE FRISOS

Deverá ser fornecido e instalado no primeiro rodeiro do primeiro truque dos carros com cabine, um sistema Lubrificador de Frisos de Ro-

das, para operar com lubrificantes com alto teor de componentes sólidos.

2.16.1 Descrição Básica do Sistema

Deverá ser adequado para a aplicação de lubrificante específico em quantidade adequada para garantir a formação de um filme lubrificante na região do friso e na lateral dos trilhos, sem provocar contaminação da superfície de rolamento da roda, do topo do boleto do trilho, do lastro da via, bem como das partes inferiores dos carros (por efeito de centrifugação).

Deverá permitir ajuste das quantidades de lubrificante aplicado.

O sistema não deverá ter componentes mecânicos de desgaste, nem necessidade de lubrificação.

Cada sistema lubrificador deverá ser projetado de forma que permita seu funcionamento independentemente dos sistemas instalados em outros carros do Trem, ou seja, deverá ser projetado de forma que possa ser feito o desligamento de um ou mais sistemas sem que seja necessário o desligamento dos demais.

2.16.2 Componentes Básicos

2.16.2.1 Reservatório de lubrificante

Deverá ser do tipo não pressurizado.

Deverá ser confeccionado em material resistente à corrosão, em aço inox.

Deverá ter quantidade e capacidade para atender a demanda por um intervalo mínimo de 30.000 km.

Deverá ser equipado com visor de nível com dimensões e localização que permita rápido acesso e visualização.

O bocal de abastecimento deverá ser fornecido com tampa com fechamento por chave e estar disposto de forma a garantir fácil acesso.

2.16.2.2 Dosador

Deverá efetuar a dosagem e a agitação do lubrificante através de bomba dosadora, operada pneumaticamente a partir do ar comprimido existente no Encanamento Principal do Trem.

Deverá ser concebida de forma que a dosagem ocorra apenas quando submetida a um ciclo completo de pressurização e despressurização, de forma a evitar escoamento de lubrificante em caso de falha do sistema.

A bomba deverá operar livre de necessidade de lubrificação ou intervenção externa.

2.16.2.3 Elementos de Mistura, Distribuição e Filtragem

Os componentes necessários para a mistura de lubrificante com ar bem como os distribuidores de fluxo e filtragem não devem apresentar peças móveis.

O distribuidor deverá ser confeccionado em material resistente a corrosão. Deverá garantir a divisão eqüitativa dos fluxos de ar e lubrificante em toda a faixa de pressão do sistema, com diferenças nas saídas não superiores a 5% e operar instalado em qualquer posição.

Para não comprometer o(s) distribuido(res) e bico(s), por entupimento, deverá possuir um filtro para reter impurezas e sujeiras eventualmente presentes no lubrificante.

2.16.2.4 Tubulações e conexões

A condução do lubrificante aos pontos de aplicação deverá ser através de condutos de uma única via.

Deverão ser utilizadas mangueiras para aplicação hidráulica sem emendas, com conexões de fácil instalação e manutenção tipo ponta lisa.

Todas as conexões deverão ser em aço inoxidável, e os tubos em aço inoxidável ou cobre.

As mangueiras e conexões deverão ser projetadas para suportar todas as condições normais de operação, impedindo vazamentos que façam com que o lubrificante seja direcionado à superfície de rolamento das rodas do trem ou ao topo do boleto do trilho.

2.16.2.5 Bicos Aplicadores

A aplicação do lubrificante deverá ser por aspersão através de bicos de uma única via.

A distância de aplicação deverá ser tal que não permita dispersão de lubrificante por efeito de correntes de ar.

O bico aspersor deverá ser dimensionado para permitir a aspersão do lubrificante apenas na região da base do friso, tanto o bico quanto seus suportes deverão ser projetados para suportar todas as condições normais de operação, impedindo afrouxamentos involuntários dos elementos de fixação e que o lubrificante seja direcionado à superfície de rolamento das rodas do trem ou ao topo do boleto do trilho.

2.16.2.6 Controladores de Aplicação

O sistema deverá prever dispositivos que permitam alterar facilmente a quantidade de lubrificante aplicada.

A aplicação deverá ser feita através de ajuste dos intervalos de tempos de aplicação e repouso. Deverá interromper a lubrificação quando o Trem estiver parado.

O sistema deverá permitir o controle de aplicação através de distância percorrida (a partir de sinal originário do sistema velocímetro, por exemplo).

Os equipamentos eletro eletrônicos de comando e controle deverão operar a partir da tensão de bateria (72 Vcc).

O sistema de controle deverá dispor de meios para realizar testes de funcionamento do sistema (através de botão para teste manual), permitindo assim a realização de procedimentos de inspeção para verificar o funcionamento da aspersão, bem como o alinhamento dos bicos aspersores.

Deverá permitir a alteração dos parâmetros de controle pela TRENSURB, sem a necessidade da presença da Contratada do sistema.

2.16.2.7 Lubrificante

O lubrificante para redução do atrito entre friso e trilho, a ser aplicado por meio de equipamento adequado embarcado, deverá ser de um tipo específico para esta finalidade e de forma que atenda às seguintes especificações:

- O lubrificante deverá ter uma elevada capacidade para suportar a pressão que ocorre no ponto de contato roda-trilho e ser do tipo capaz de formar um filme lubrificante resistente, extremamente adesivo, insolúvel, que penetre na estrutura do metal e que permita sua transferência para rodas seguintes;
- Deverá ser a base de ésteres e sólidos (grafite, sulfeto de molibdênio, alumínio, e outros), porém isento de óleos minerais ou graxas – deverá ser apresentado laudo que comprove a composição química básica;
- O conteúdo mínimo de sólidos deverá ser superior a 23% – deverá ser apresentado laudo que comprove este requisito;
- Consistência classe NLGI: 00 ou 000 – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- Pressão de ruptura: superior a 2.100 kg/cm² – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- Deverá ser adequado para operar em temperaturas na faixa de -30 à 200°C – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- Não deverá conter solventes clorados, PCB ou PCA, ou outras substâncias tóxicas – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- Deverá apresentar temperatura de ignição superior a 300ºC – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- Não deverá apresentar restrições na utilização de água, pó químico, espuma e CO2 como meios de combate a incêndio;
- O produto deverá ter biodegradabilidade superior a 95% conforme Norma Européia CEC-L-33-A-93 – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- Não deve aglutinar poeira, partículas resultantes dos freios ou outros contaminantes;
- A Contratada deverá sugerir 3 fornecedores do lubrificante acima especificado e a sua equivalência com preferência para os fornecedores nacionais.

3 TRUQUES

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO TRUQUE

As estruturas dos truques deverão ser fabricadas em chapa de aço carbono baixa liga e alta resistência, soldadas e com posterior tratamento térmico. Todas as soldas e soldadores deverão estar em conformidade com a AWS (American Welding Society) ou ASME (American Society of Mechanical Engineers).

Todos os carros deverão ser providos de dois truques com dois eixos cada, sendo que os carros motores deverão possuir truques motores com um motor por eixo. Sendo assim, cada trem deverá possuir 50% de truques motores e 50% de truques reboques, sendo suas estruturas intercambiáveis entre si.

O truque deverá ser projetado de maneira que o trem circule normalmente com segurança nas velocidades previstas ao longo da via, no pátio, em AMVs, curvas com superelevações, e outros, com garantia que não provoque o descarrilamento mesmo com as bolsas da suspensão secundárias furadas. Para isso, eles deverão satisfazer, pelo menos, as seguintes condições:

- Com a via nivelada, a carga máxima por truque não poderá ser superior a 51% do peso total do carro e a carga mínima por roda não poderá ser inferior a 23% da carga total suportada pelo respectivo truque;
- Sejam “P1, P2, P3 e P4” as cargas medidas sob cada uma das rodas, estando o carro em condições normais, em tara, sem passageiros, em uma via nivelada, um calço de 35mm introduzido sob uma das rodas, entre esta e o trilho, a menor carga constatada nas cargas das demais rodas, não deverá ser inferior a 65% do “P’” respectivo. Deverão ser verificados os alívios das cargas, nas rodas, colocando o calço em todas as rodas uma a uma. Estas verificações deverão ser realizadas no truque com bolsa na pressão de carro vazio tanto para truque com bolsas interligadas (um ponto de apoio) como para as separadas (dois pontos de apoios).
- Repetir a medição anterior, considerando o truque com as bolsas furadas (suspensão secundária em dois pontos apoiado sobre os batentes).

Os truques deverão ser projetados para suportar a caixa do carro com todos os seus equipamentos, lotação máxima e esforços dinâmicos, sem deformações permanentes e manter a altura do piso acabado do carro em relação ao topo do boleto do trilho.

O projeto do truque e a sua instalação na caixa deverão ser de tal forma que para remoção de qualquer motor de tração ou de um rodeiro não haja necessidade da remoção do truque.

Todas as tubulações pneumáticas do truque deverão ser em aço inoxidável austenítico tipo 304L inclusive as conexões.

O projeto dos truques deverá prever a instalação de outros equipamentos tais como: motores de tração, caixas redutoras, mecanismo de acionamento do freio de atrito, antenas, retorno de corrente, entre outros.

Todo o cabeamento deverá estar preso ao truque através de abraçadeiras e conduítes rígidos apropriados. Nas regiões próximas às rodas o cabeamento deverá estar protegido contra respingos de graxas ou óleos.

A Contratada deverá apresentar o projeto do truque, contendo o cálculo estrutural, indicando os parâmetros relativos à estabilidade do mesmo tais como, a massa total do truque completo em ordem de marcha, a massa da porção mecânica, a massa total suspensa, o raio de giro em relação ao eixo horizontal e vertical, a altura do centro de gravidade, o momento de inércia, e outros.

Todos os equipamentos, cabeamento e encanamentos de ar deverão ser fixados na estrutura do truque, o qual será projetado de modo a assegurar o acesso fácil a todas as partes, parafusos, porcas, e outros, para fins de manutenção. Assim, devem ser previstas folgas suficientes que permitam a utilização de ferramentas usuais.

3.2 SUSPENSÕES PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA E VÁLVULA DE NIVELAMENTO

O truque deverá possuir duas suspensões sendo: uma primária, entre o rodeiro e a estrutura do truque e outra secundária, entre a caixa e o truque.

A suspensão primária deverá ser constituída com molas helicoidais confeccionadas em aço mola pintado na cor preta pelo processo eletrostática e encapado com material anti-aderente tipo teflon.

A formação do conjunto de suspensão primária deverá ser através de duas molas uma interna a outra com hélices reversas para evitar o engripamento.

A suspensão primária poderá ser assistida por um sistema pneumático de altura ajustável, com batente de borracha e com amortecedor telescópico de dupla ação.

No conjunto da suspensão secundária deverá haver bolsas de ar, válvulas de nivelamento, reservatórios de amortecimento e amortecedores. Os amortecedores deverão ser do tipo telescópico de dupla ação.

Na suspensão secundária, deverá ser prevista uma interface que permitirá informar ao sistema de tração e de frenagem a leitura da carga do carro.

A configuração de apóio da caixa sobre a suspensão secundária deverá ser de 3 pontos de apóio, entretanto poderá adotar 4 pontos desde que aprovado pela TRENSURB na fase de projeto.

Os valores das acelerações e das frequências de oscilações do carro deverão estar em conformidade com a Norma ISO 2631, considerando o tempo de exposição de 6h contínuas e todas as condições de carregamento.

As suspensões devem proporcionar um amortecimento, de forma que todos os fenômenos de galope prolongado sejam atenuados durante o movimento normal dos carros.

A suspensão secundária deverá ser projetada de forma que, mesmo na ausência de ar nas bolsas, permita continuidade de operação segura do trem.

O ar do circuito pneumático da suspensão secundária não deverá alimentar nenhum outro sistema, exceto para alívio do freio de estacionamento na condição degradada do suprimento de ar.

As válvulas de nivelamento deverão manter a altura do piso do carro constante em relação ao topo do boleto, independente da flutuação de carga no carro.

As válvulas de nivelamento deverão ser instaladas em local de fácil acesso para manutenção.

A válvula de nivelamento deverá ter um dispositivo de amortecimento para torná-la insensível às oscilações normais do carro durante o movimento.

O tempo de resposta da válvula de nivelamento deverá ser inferior a 30 s, na condição de carro vazio para carro lotado.

No caso de outro tipo de acionamento, o equipamento deverá ser do tipo comprovado para aplicações equivalentes às exigidas nesta especificação e atestadas pelas operadoras. Além disso, deverá ser fornecido, na proposta, descritivo de funcionamento, com informações sobre as características dos principais componentes e os requisitos de manutenção.

A Contratada deverá realizar teste para comprovar a estabilidade e segurança do sistema de suspensão do carro, com o trem simulando a operação comercial, nas condições críticas de traçado e instalação da via permanente, conforme o item verificação do comportamento dinâmico do trem deste documento.

3.3 EIXOS E RODAS

Os eixos deverão ser fabricados em aço forjado conforme Norma AAR M-101.

As rodas deverão ser fabricadas em aço forjado e laminado, conforme especificações AAR M-107 Classe B, com perfil conforme desenho TRENSURB TU-MRM-2018. A dureza na pista de rolamento deve ser de 302 a 341 HB.

Todas as rodas deverão ser providas de orifícios adequados para permitir extraí-las do eixo com auxílio de óleo pressurizado.

As rodas deverão ser do tipo múltipla vida, permitindo assim vários torneamentos para correção do perfil de rolamento devido ao desgaste.

Os rodeiros deverão ser montados conforme Norma AAR, para via de bitola larga de 1.600 mm.

A Contratada deverá indicar a diferença máxima permitida entre os seguintes diâmetros de rodas:

- De um mesmo rodeiro;
- De um mesmo truque;
- De truques de um mesmo carro;
- De carros adjacentes.

3.4 MANCAL DE ROLAMENTO PARA RODEIRO

Os mancais deverão ser de rolamento, específicos para uso ferroviário, montados em caixas de graxa. A sua vedação deverá ser do tipo labirinto.

As caixas dos rolamentos deverão ter bico graxeiro com capa protetora imperdível, em local de fácil acesso para manutenção.

Os rolamentos deverão ser dimensionados para atingir uma vida nominal calculada de no mínimo 2.400.000km.

O conjunto de mancal deverá garantir um serviço normal com intervalo mínimo de relubrificação de 240.000 km.

Deverão ser fornecidos os seguintes documentos referentes ao rolamento do rodeiro:

- memorial de cálculo da vida nominal;
- plano de manutenção;
- garantia para a vida mínima especificada.

3.5 REDUTOR

O redutor deverá ser fabricado, de modo a suportar os esforços impostos pelo serviço especificado e trabalhar de forma silenciosa na velocidade máxima do trem.

As engrenagens deverão ser cementadas com tratamento térmico, montadas em eixo com mancais de rolamento, imersas em banho de óleo, contidas em carcaça com vedação eficaz para a retenção do óleo e impedir a entrada de impurezas.

O redutor deverá ser provido de dispositivos que assegurem a lubrificação efetiva dos rolamentos e engrenagens, em ambos os sentidos de marcha do trem.

Deverá, também, ser equipado com tampa de inspeção, bujão de drenagem do tipo magnético. Esses elementos deverão ser de fácil acesso.

O eixo de entrada da caixa de engrenagens deve ser acoplado ao eixo do motor com um acoplamento resiliente.

O conjunto de engrenagens do redutor deverá ser dimensionado para atingir uma vida nominal calculada de, no mínimo, 40 anos.

Ensaios de Tipo:

- elevação de temperatura
- carga e durabilidade
- ruído
- vazamento

Ensaios de Rotina:

- funcionamento

A TRENSURB exigirá os seguintes documentos referentes ao redutor:

- memorial de cálculo (caixa, rolamentos, engrenagens e eixos);
- plano de manutenção;
- garantia para a vida mínima especificada.

3.6 ACOPLAMENTO RESILIENTE

Deverá haver um acoplamento resiliente para adequação dos esforços produzidos pelo motor de tração e transmitidos para o rodeiro. O material

resiliente empregado nesse conjunto (metálico e/ou elastômero) deverá ser de alta qualidade e durabilidade equivalente a 10 anos, no mínimo.

O acoplamento resiliente deverá ser dimensionado para suportar os esforços de tração e frenagem nas condições máximas de carregamento, além dos esforços laterais, devido ao desalinhamento do eixo e assegurar um tempo mínimo de serviço, entre revisões, de 1.200.000km, nas condições de operação especificadas.

Os acoplamentos deverão ser submetidos a testes de carga e durabilidade para comprovação (tipo e rotina).

3.7 COMPONENTES DO SISTEMA DE FREIO DE ATRITO

Os freios dos truques deverão ser do tipo disco/pastilha, com discos instalados em todos os eixos/rodas do mesmo.

Os discos deverão substituídos sem a necessidade de desmontagem de outros componentes do trem. Deverão possuir ainda indicação de limite de condenação.

O sistema de freio deverá ser projetado de forma que não haja variação da força aplicada, em quaisquer condições de desgaste dos materiais de atrito.

No cilindro de freio deverá haver um ajustador de folga regulável que, uma vez regulado, manterá a folga automaticamente, para qualquer condição de desgaste do material de atrito.

O tempo de resposta deverá ser mantido constante quaisquer que sejam as condições de desgaste dos materiais de atrito.

O material de atrito das pastilhas de freio deverá ter as seguintes características:

- não conter amianto em sua composição;
- não apresentar cheiro ou ruído;
- manter as suas características em toda faixa de temperatura de trabalho;
- apresentar curvas de desaceleração constantes, independente da velocidade, temperatura e pressão.

Os materiais de desgaste (discos e pastilhas), deverão ser dimensionados para não ultrapassar 200 °C nas condições normais de operação, com freio de atrito ou aplicação de freio de emergência, com o trem carregado, a partir da velocidade máxima até a parada.

3.7.1 Freio de Estacionamento

Todos os carros deverão ser providos de um sistema de freio de estacionamento do tipo ação por mola, que deverá garantir a imobilização do carro cheio em uma rampa de 4%. O comando do freio de estacionamento deverá ser pneumático alimentado diretamente pelo encanamento principal.

O sistema de freio de estacionamento deverá ser projetado, de forma que não haja necessidade de regulagem para compensar o desgaste da pastilha.

O sistema de freio de estacionamento deverá ser aplicado automática e gradativamente, à medida que a pressão no encanamento principal diminua abaixo da pressão de segurança.

O freio de estacionamento deverá garantir a imobilização do trem, mesmo durante a transição entre a queda na pressão do cilindro de freio e a aplicação do freio de estacionamento.

Na modalidade “Manual”, a aplicação e o alívio do freio de estacionamento deverão ser por uma chave localizada no interior de cada cabine.

A condição de freio de estacionamento aplicado, em qualquer carro do trem, deverá acender um indicador luminoso na cabine selecionada pelo do sistema “Data bus”.

Deverá existir um mecanismo de alívio do freio de estacionamento, localizado nas laterais de cada carro. Esse mecanismo deverá ser possível de ser acionado a partir da soleira da porta do salão e do nível da via.

A localização do mecanismo de alívio do freio de estacionamento deverá ser identificada tanto pelo salão como pela lateral do carro.

O comando pneumático de aplicação e alívio deverá restabelecer o funcionamento normal do freio de estacionamento.

Deverá existir um intertravamento do freio de estacionamento com o sistema de tração, de forma a não permitir a movimentação do trem com o freio de estacionamento aplicado. Deverá existir também uma chave do tipo “by pass”, localizada na cabine que, quando acionada, deverá permitir a tração do trem no caso de falha na indicação de freio de estacionamento aplicado.

3.8 SISTEMA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento do carro deverá ser constituído de tal forma que não permita circulação de corrente nos rolamentos, conforme previsto em normas específicas.

Os carros com interligações de alta tensão deverão ter as suas caixas interligadas por cabos de potencial e resistor se necessário para continuidade de aterramento.

3.9 LIGAÇÕES MECÂNICAS, ELÉTRICAS E PNEUMÁTICAS

As ligações mecânicas, elétricas e pneumáticas entre o truque e a caixa deverão ser de maneira tal que, nas ocasiões da retirada do truque da caixa, sejam facilmente removíveis. Estas ligações devem ser seguras e confiáveis. Todas as ligações entre caixa e truques deverão ser do tipo engate rápido.

O cabeamento, bem como as mangueiras de ar que são instaladas nos truques, deverão ser fixados através de abraçadeiras apropriadas e quando da rotação do truque não deverão atritar-se com as superfícies adjacentes.

3.10 SOLDAS DO TRUQUE

As soldas do truque, localizadas em áreas consideradas críticas e a serem indicadas pela Contratada, deverão ser submetidas a ensaios por ultra som ou outro processo que assegure sua qualidade. As demais partes deverão ser submetidas aos ensaios de partículas magnéticas ou de líquido penetrante.

A inspeção a ser realizada nos cordões de solda deverá ser conforme o plano de amostragem estabelecido pela norma ABNT-NB-309/01. A inspeção será do tipo normal em nível I e deverá obedecer aos seguintes requisitos:

- cada cordão de solda, situado em área crítica especificada, será considerado como um elemento componente de um lote a ser inspecionado;
- quando um cordão de solda estrutural tiver um comprimento tal que não possa ser coberto pela chapa de raios X, ele será dividido em partes, com comprimento adequado à cobertura pelas chapas e cada parte será considerada como um elemento componente do lote a ser inspecionado;
- número de truques a ser considerados como uma partida de entrega para fins de inspeção, deverá estar situado entre 9 e 15, no máximo;
- lote de cordões de solda destinado à retirada da amostragem, será formado pelo total de cordões existentes nas áreas críticas especificadas de todos os truques de uma partida de entrega;

- número de falhas que permita aceitar o lote será zero.

3.11 LIMPA TRILHOS

Nos carros com cabine deverão ser instalados limpa trilhos robustos, que garantam a retirada de obstáculos eventualmente dispostos sobre os trilhos, de maneira a proteger a frente do veículo e seu condutor.

3.12 ENSAIOS DO TRUQUE

Os truques deverão necessariamente ser de projeto comprovado, estando em utilização em sistemas semelhantes de transporte de passageiros em outras operadoras.

Um truque protótipo deverá ser submetido a ensaios com a finalidade de verificar seu desempenho ou deverão ser apresentados certificados de testes realizados em truques de igual projeto fabricados anteriormente.

A Contratada deverá apresentar os resultados dos ensaios de tipo (estáticos e de fadiga) feitos anteriormente com a finalidade de verificar seu desempenho.

Os ensaios, de acordo com a norma UIC 615-4, deverão ter sido realizados pela Contratada, em laboratório habilitado e com experiência comprovada em realizar esse tipo de ensaio.

O relatório do ensaio estático deverá conter os valores das principais cargas aplicadas simultaneamente, que são: cargas vertical, transversal e longitudinal.

Além dessas, deverão ser consideradas as cargas secundárias, isto é, esforços provenientes de frenagens, suporte do motor, pesos de acessórios, e outros.

A Contratada deverá fornecer os cálculos e os critérios de dimensionamento do truque para comparar com os valores obtidos no ensaio de fadiga.

Esses documentos deverão conter os seguintes dados:

- cargas impostas e fatores de carga;
- níveis de tensões reais relativamente ao limite de escoamento dos materiais (deformações permanentes);
- margem de segurança;
- desempenho sob cargas variáveis no tempo (possibilidade de ruptura por fadiga);

- método de análise;
- propriedade mecânica dos materiais empregados;
- nos desenhos deverão constar todas as indicações de esforços aplicados, deslocamentos a serem medidos, pontos de colagem dos extensômetros, e outros.

3.12.1 Ensaio Estático

Aplicação de cargas nos pontos determinados pelo cálculo estrutural e verificação das tensões internas, da linearidade das deformações e deslocamentos nas seções mais solicitadas.

No ensaio estático, as principais cargas aplicadas simultaneamente, deverão ser as cargas verticais (condição nominal e sobrecarga), transversais e longitudinais adicionando-se as cargas secundárias provenientes dos esforços de frenagem, suporte do motor de tração, peso dos acessórios, e outros.

3.12.2 Ensaio Dinâmico de fadiga

Em sequência ao ensaio estático, o protótipo deverá ser submetido a ensaio dinâmico com esforços pulsantes em diversos pontos da estrutura, através de equipamento que reproduza as condições normais de funcionamento do truque na via.

Os esforços pulsantes deverão ser executados com condições nominais de carga e com sobrecarga.

O ensaio dinâmico deverá ter uma duração de pelo menos 6.000.000 de ciclos com aplicação simultânea de esforços principais e esforços que reproduzam as condições normais de funcionamento do carro. O fator dinâmico utilizado para o ensaio deverá ser de no mínimo 1,3 vezes a carga estática máxima.

O ensaio de fatiga constará de três fases com diferentes níveis de carga conforme abaixo:

- Fase 1 - 0 – 6,000,000 ciclos - carga nominal.
- Fase 2 - 6,000,000 – 8,000,000 ciclos - carga nominal. + 30%
- Fase 3 - 8,000,000 – 10,000,000 ciclos - carga nominal. + 40%

NOTA: Durante as duas primeiras fases, 1 e 2, do teste (até 8.000.000 ciclos) não deverá aparecer nenhuma fissura. Na terceira fase, algumas micro fissuras poderiam ser admitidas.

Para os demais ensaios não explicitados nesta Especificação Técnica deverão ser seguidos os preceitos e combinação de carga e fases da norma EN 13749 e UIC 615-4.

4 SISTEMA DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA

4.1 DESCRIÇÃO FUNCIONAL

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Tração e Frenagem Elétrica do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade operacional e para as condições de carro vazio até carregado, considerando 10 passageiros em pé/m² e atendendo ao item de desempenho em tração e frenagem de serviço. O trem completo deverá ser equipado com 50% de rodeiros motorizados e 50% de rodeiros reboques.

O equipamento de tração e frenagem elétrica em corrente alternada de cada carro motor deverá ser constituído de 4 motores de tração do tipo indução, inversor para alimentação e controle dos motores, um equipamento de processamento de comando e controle, equipamentos de manobra e proteção, filtros de linha, resistores de frenagem e outros.

O equipamento de tração deverá operar em plena capacidade, sem sobrecargas nos motores que acionam eixos, com diferenças de diâmetros de rodas no mesmo truque em torno de 1% e, em torno, de 3% em rodas instaladas em eixos de truques diferentes do mesmo carro. Esses requisitos deverão ser válidos em qualquer dimensão que as rodas possam assumir durante a sua vida útil.

O equipamento de tração e frenagem elétrica, em conjunto com o motor de tração, deverão proporcionar frenagem elétrica plena no trem em todas as condições de carga, a partir de velocidade de, no mínimo, 90 até 5 km/h e para qualquer valor de aceleração de frenagem.

Para valores de velocidade acima de 90km/h e abaixo de 5km/h, a frenagem elétrica deverá ser limitada apenas pela potência máxima dos motores e complementada pelo freio de atrito, mantendo a taxa de frenagem solicitada.

A energia cinética dos carros em movimento, sendo convertida em energia elétrica nos motores de tração (operando como geradores), deverá ser enviada, prioritariamente, ao sistema de alimentação, se ele for receptivo.

Quando a linha for considerada não receptiva toda energia cinética do carro será dissipada nos resistores de frenagem elétrica. O equipamen-

to de frenagem elétrica deverá permitir ajustes quanto a receptividade.

Em linha totalmente receptiva e sob tensão nominal de alimentação, o sistema de frenagem elétrica deverá ter capacidade de regenerar, no mínimo, 30% da energia cinética total do trem, durante um ciclo completo de frenagem, para todos os valores de velocidade acima de 30km/h, carga e desaceleração especificadas, até próximo à parada total.

O sistema de tração e frenagem elétrica a ser fornecido deverá efetuar o controle dos motores de tração por truque preferencialmente, e a mesma configuração para comando e controle do sistema de freio de atrito.

A Contratada deverá apresentar, na proposta, a configuração do sistema de tração e frenagem elétrica, o memorial de cálculo do dimensionamento do sistema e a interação com o sistema de freio de atrito.

4.2 INVERSOR ESTÁTICO DE TRAÇÃO

Os inversores do equipamento de tração e frenagem elétrica dos carros motores deverão ser do tipo (V.V.V.F.) "controle por variação de tensão e frequência" para alimentação e controle dos motores de tração. O controle deverá ser do tipo vetorial.

Deverá ser projetado de forma modular, constituído, basicamente, de semicondutores de potência, como diodos e elementos de chaveamento do tipo IGBT, sistema de resfriamento dos semicondutores, indutores e outros.

Os dissipadores dos semicondutores deverão ter dispositivos que deverão desativar todo o sistema de tração e frenagem elétrica, quando houver sobreaquecimento.

Não serão aceitos sistemas de resfriamento onde os semicondutores de potência sejam imersos em câmaras de líquido refrigerante.

Os semicondutores de potência (IGBT e diodos) e seu sistema de resfriamento, deverão ter facilidades de substituição de componentes, necessitando, para isso, somente o trem na vala e ferramentas adequadas.

Se for utilizada ventilação forçada nos semicondutores de potência, deverão ser providenciados filtros de ar. Para qualquer tipo de filtro utilizado, sua manutenção ou troca deverá coincidir com o ciclo de revisão preventiva do trem.

A ventilação forçada deverá restringir-se somente ao sistema dissipador ou semicondutores de potência.

O inversor de tração não deverá gerar perturbações elétricas na linha de alimentação, bem como, deverá ser protegido contra perturbações geradas externamente na linha por outros equipamentos.

Deverão ser evitadas as interferências eletromagnéticas no espectro de frequências utilizadas pelo equipamento de sinalização de via e pelo equipamento de Controle de Bordo (CB).

O reator de filtro deverá ser dimensionado para trabalhar com ventilação natural, com classe de isolação F ou superior.

O inversor estático de tração deverá incorporar, também, um circuito de potência para controlar a corrente nos resistores de frenagem reostática.

Ensaios: O inversor estático de tração deverá atender às condições descritas nas normas EN 50155 e IEC-60077, onde aplicáveis e os ensaios serão:

Ensaios de Tipo:

- funcional;
- de impulso;
- de calor seco;
- de calor úmido;
- de vibrações e choques.

Ensaio de Rotina:

- Funcional;
- de tensão suportável.

4.3 COMANDO E CONTROLE DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA

O equipamento de comando e controle de tração receberá os sinais de comando do trem do sistema "Data-bus" e deverá utilizá-los para o cálculo do esforço trativo ou frenante dos motores, levando em conta o peso dos passageiros, a tensão da linha, o diâmetro das rodas, e a máxima variação de aceleração ("jerk"). No caso de perda de referência do peso dos passageiros o equipamento deverá considerar a condição de carro vazio.

A mudança do sentido de marcha deverá ser intertravada com a condição de carro parado.

A transição de tração máxima para freio elétrico máximo e vice versa, deverá ser executada em tempo menor que 2,5 segundos, respeitando-se os limites de solavanco ("jerk").

Deverá haver uma interface com o equipamento de anti patinação e anti deslizamento, que informará quando da ocorrência de patinação ou desli-

zamento de alguma roda, para que o equipamento de controle de tração atue, cortando a propulsão ou o freio elétrico. Cessada a patinação o equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deverá retornar à propulsão. Ocorrendo o deslizamento, o freio elétrico deverá ser substituído pelo freio de atrito, em conjunto com o controle de anti deslizamento e somente voltará a ser ativado no próximo ciclo de frenagem elétrica.

O equipamento de tração e frenagem elétrica deverá fornecer ao sistema de frenagem por atrito um sinal imune às interferências, proporcional ao esforço frenante que está sendo fornecido ao carro pela frenagem elétrica. Os sistemas deverão ser compatibilizados para que haja um entendimento perfeito para atender a taxa de frenagem requerida.

Ocorrendo a requisição de frenagem de serviço, a frenagem elétrica deverá ser gradualmente complementada pelo freio de atrito até o valor da taxa especificada para a frenagem de serviço, sem redução da taxa durante a transição.

A interface entre o equipamento de comando e controle de tração com o equipamento de comando de freio de atrito deverá ser compatibilizada para que a transição entre freio de atrito e freio elétrico e vice versa, não afete a taxa de frenagem de serviço.

O equipamento de comando e controle de tração deverá ser microprocessado ou de tecnologia superior, possuindo recursos de auto diagnóstico, com os valores dos principais parâmetros e rotina que detectaram as anormalidades de funcionamento e sinalização de falhas local e na cabine de comando (monitor de falhas). O envio das sinalizações de falhas para a cabine deverá ser através do sistema "Data bus".

O equipamento deverá ter, em seu painel frontal, pontos de testes que possibilitem a pesquisa de defeitos. Estes pontos deverão permitir a leitura e registro gráfico dos principais sinais, simultaneamente, sem prejuízo do funcionamento normal do equipamento.

Deverão ser previstas facilidades para leitura de posições de memória.

O equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deverá monitorar a temperatura nos motores de tração, nos semicondutores de potência, filtros e reatores dos equipamentos de controle, atuando nas proteções para impedir a sua degradação.

No caso da tensão de alimentação cair abaixo de seu valor mínimo, o equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deverá paralisar o sistema de tração ou frenagem elétrica, impedindo, por exemplo, que o carro alimente (quando em regeneração) um curto-circuito da linha.

O equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deverá realizar toda a sincronização e o sequencial dos elementos de chaveamento, seja em tração ou frenagem elétrica, assim como gerar sinais de velocida-

de para serem utilizados para comando e controle das correntes dos motores ou do sistema de tração como um todo.

Ensaios:

O equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica deverá ser submetido aos seguintes ensaios, conforme Norma EN 50155 ou IEC 60571 (a mais rigorosa entre elas):

Ensaios de Tipo:

- Funcional;
- de impulso;
- de calor seco;
- de calor úmido;
- de vibração e choques.

Ensaios de rotina:

- funcional;
- de tensão suportável.

Para todos os ensaios realizados deverão ser apresentados certificados de instituição habilitada.

Caso o equipamento já tenha sido ensaiado, a Contratada deverá apresentar os certificados, de instituição habilitada, de testes de tipo.

4.4 EQUIPAMENTO DE MANOBRA E PROTEÇÃO

Esse equipamento terá como finalidade energizar, desenergizar e manobrar os circuitos do equipamento de tração, frenagem elétrica e equipamentos auxiliares. Deverá interromper correntes de curto-circuito ou sobrecargas (sobre correntes).

A entrada dos sistemas de potência deverá possuir uma chave manual tipo faca, que desempenhará as seguintes funções:

- energizar o sistema de tração e auxiliares do carro;
- possibilitar a energização dos serviços auxiliares, mantendo os circuitos de tração desenergizados;
- desenergizar os sistemas de tração e auxiliares do carro.

Após a chave manual, no sentido do fluxo de energia, deverá haver um disjuntor geral para proteção de todo sistema de tração e frenagem elétrica do carro, apto a interromper qualquer corrente de sobrecarga e curto-circuito que puder ocorrer nos carros.

A atuação das chaves em correntes operativas e de sobrecargas não deverá implicar em manutenção dos contatos.

O disjuntor deverá suportar até 3 interrupções seguidas, com intervalo de 30 segundos entre atuações, da corrente de curto circuito especificada, sem necessidade de intervenção da manutenção.

A ocorrência de sobrecarga em qualquer carro do trem (tração ou frenagem) deverá ser sinalizada na cabine líder. O equipamento de tração deverá prover automaticamente até dois religamentos do disjuntor de linha.

Se a operação de algum tipo de proteção do sistema de tração e frenagem não admitir rearme do disjuntor (relé diferencial, por exemplo) deverá ocorrer, automaticamente, seu bloqueio.

O equipamento de tração e frenagem elétrica deverá ser projetado para possibilitar o rebocamento dos carros de forma segura, qualquer que seja o defeito ocorrido no equipamento.

A ocorrência de tensões inferiores a 2.400Vcc na rede aérea deverá, automaticamente, desligar o disjuntor. O retorno da tensão a valores superiores a 2.400Vcc deverá rearmar, também automaticamente, o disjuntor.

A ausência de tensão da rede aérea indicará desligamento da linha. Nesse caso, o religamento dos equipamentos de tração e frenagem e da fonte de corrente alternada deverá ser efetuado após uma temporização ajustável entre 5 e 30 segundos depois do retorno da tensão para valores acima de 2.400Vcc.

Os equipamentos de manobra e proteção (relés, contatores, chaves eletromecânicas e eletropneumáticas, disjuntor de linha, disjuntores, e outros) deverão obedecer aos requisitos da norma IEC 60077 ou ABNT NBR 7428 (a mais rigorosa entre elas).

4.5 MOTOR DE TRAÇÃO

O motor de tração deverá ser do tipo indução, rotor não bobinado (gaiola de esquilo), trifásico e balanceado dinamicamente.

O motor de tração deverá ser auto ventilado e o ventilador deverá ser do tipo removível e o balanceamento ser independente do rotor.

Os filtros de ar deverão ser descartáveis, eficientes, de material auto extinguível de fácil aquisição no mercado nacional e que não haja desprendimento de partículas ou fibras que danifiquem os motores. A sua instalação e remoção deverá ser de acesso fácil sem a necessidade de ferramentas especiais.

A durabilidade destes filtros deverá ser de, no mínimo, 30.000 km.

A filtragem do ar de resfriamento de motor deverá ser efetuada por um sistema de pré filtro por onde deverão ser eliminadas as partículas sólidas de sujeira por processo mecânico e em seguida passar pelo filtro.

A carcaça do motor deverá ser provida de argolas removíveis para facilitar a remoção por içamento.

O motor de tração deverá ter alta capacidade de suportar sobrecargas para propiciar frenagem elétrica plena aos carros a partir da máxima velocidade operativa e máxima desaceleração, quando ocorrerem valores de potência no motor bem superiores à potência nominal por breves intervalos de tempo.

Os enrolamentos das bobinas do estator deverão ser isolados com material classe H conforme norma específica ou superior e, posteriormente, impregnados. A elevação de temperatura não deverá ultrapassar aos limites da classe F conforme norma específica.

Os rolamentos do motor de tração deverão ser alojados em mancais com válvula de graxa com bico graxeiro, ter isolação elétrica eficiente para evitar passagem de corrente devido as tensões internas gerada no motor.

O rolamento escolhido do lado acoplado deverá ser do tipo rolo cilíndrico e do lado oposto esfera de uma ou duas fileiras e deverão ser de alta capacidade de carga.

O eixo do motor de tração deverá ser fabricado com material adequado e ser dimensionado para suportar as solicitações de cargas sem danos e com segurança.

A vida nominal calculada dos rolamentos para os motores de tração sobre as condições de cargas deverá ser maior que 2.400.000km.

O conjunto de mancal deverá garantir um serviço normal com intervalo mínimo de relubrificação de 120.000 km.

A Contratada deverá especificar pelo menos três fornecedores de graxas equivalentes que atendam as exigências técnicas que garantam a durabilidade e o intervalo de relubrificação.

O motor de tração deverá ser protegido contra sobrecargas (sobre correntes), falta de fase, inversão de fase e, se necessário, contra excesso de harmônicas que possam prejudicá-lo. Deverão haver sensores térmicos no estator do motor. Esses sensores deverão ser removíveis e substituíveis, sem necessidade de remover o enrolamento do estator.

A proteção contra curtos circuitos no motor deverá ser efetuada pelo conjunto disjuntor de linha, fusível, agindo em conjunto com o inversor.

O projeto de construção do motor de tração deverá prever que a sua instalação e a remoção possa ser executado sem a desmontagem do truque, para isso deverá ser projetado um sistema de suspensão do motor seguro, confiável de fácil remoção.

O projeto de construção do motor de tração deverá ser adequado a funcionar submetido às condições de vibração e choque existentes no truque e poeira abrasiva e condutora da via.

O projeto de construção do motor de tração deverá ser de fácil montagem e desmontagem para troca dos rolamentos durante a manutenção.

A instalação e remoção do motor de tração deverá ser facilitada, tanto no acesso a desconexão dos cabos, como no desacoplamento mecânico.

Ensaios:

Os motores de tração deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme norma IEC 60349-2 e serão os seguintes:

Ensaio de Tipo:

- elevação de temperatura;
- curvas características;
- sobrevelocidade;
- ruído.

Ensaio de Rotina:

- aquecimento de curta duração;
- curvas características;
- sobrevelocidade;
- tensão suportável;
- vibração;
- valores característicos com tensão nominal (tipo e rotina).

4.6 RESISTORES DE FRENAGEM

Os resistores deverão ser dimensionados para dissipar a energia gerada em frenagem elétrica plena, sem considerar a energia regenerada para a linha, em todas as condições de carga, desaceleração ou velocidade inicial.

Os bancos de resistores deverão ser equipados com proteção térmica.

Os resistores de potência utilizados no equipamento de frenagem elétrica, deverão ser submetidos ao ensaios, de acordo com as prescrições da Norma IEC 322, tais como:

- verificação do material dos elementos do resistor (tipo);
- elevação de temperatura (tipo);
- vibração e choque (tipo);
- curto-circuito (tipo);
- higroscópico (tipo);
- desempenho sob chuva (tipo). Será realizado ou não, dependendo do local de instalação dos resistores de frenagem no trem;
- verificação da resistência nominal (rotina);
- tensão suportável (rotina).

5 SISTEMA DE FREIO DE ATRITO E ANTI DESLIZAMENTO

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Freio de Atrito e Anti Deslizamento do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

O trem completo deverá ser equipado com 50% de rodeiros motorizados com freio motor e de freio de atrito e 50% de rodeiros com freio de atrito.

5.1 SISTEMA DE FRENAGEM POR ATRITO

O sistema de freio por atrito deverá ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade máxima até zero, para as condições de carro vazio até carregado, considerando 10 passageiros em pé/m² e atendendo ao item de desempenho em frenagem e seus subitens.

O sistema de frenagem por atrito deverá propiciar uma frenagem, em qualquer uma de suas modalidades sem solavancos, mesmo no caso de falha da unidade de comando do freio de atrito de cada carro.

O sistema de frenagem por atrito deverá propiciar uma frenagem suave, e para que isto ocorra, a pressão deverá ser reduzida gradativamente até a parada completa do trem e esta funcionalidade deverá existir somente na frenagem de serviço. Este ajuste deverá ser refinado durante os testes de comissionamento.

O sistema de freio por atrito deverá ser compatibilizado e sintonizado com o sistema de freio elétrico, para garantir a frenagem segura, suave e isenta de solavancos e sem agarramento no final da frenagem.

As funções do sistema de frenagem por atrito são:

- substituir frenagem elétrica na parada final;
- aplicar freio de serviço, em caso de falha do freio elétrico do carro;
- aplicar a frenagem de serviço proporcionalmente, complementando o freio elétrico para garantir a taxa de freio especificada;
- aplicar a frenagem de emergência;
- substituir a frenagem elétrica em caso de falha desta ou em caso de falta de alimentação da rede;

Na frenagem de serviço, o sistema de freio por atrito deverá complementar o esforço frenante do freio elétrico, de forma a prover o es-

força da frenagem solicitado, mesmo quando o freio elétrico for menor que o valor requerido.

A aplicação de freio de emergência deverá ser por comando elétrico (laço de emergência) com atuação direta nas válvulas de aplicação do freio de emergência, independentemente do equipamento de comando de freio de atrito.

Neste caso a frenagem de emergência deverá ser totalmente de atrito, acionada através dos seguintes dispositivos:

- dispositivo de homem morto;
- dispositivo de acionamento do freio de emergência localizado no console;
- aplicação de emergência pelo controlador mestre;
- acionamento do botão soco cabine e/ou salão;
- acionamento pelo Equipamento de Bordo;

A atuação de qualquer um dos dispositivos acima deverá acionar um sistema de comando de aplicação do freio de emergência. Esse sistema deverá ser independente do comando do freio de serviço.

Uma vez atuada a aplicação do freio de emergência, ela deverá permanecer até a completa parada do trem.

O sistema de freio de atrito deverá ser dimensionado para garantir, no mínimo, a aplicação de 3 (três) frenagens de emergência consecutivas (com carga plena) a partir da velocidade máxima de 90 km/h.

Deverá haver uma sinalização na cabine, associada à aplicação da frenagem de emergência, a ser aprovada pela TRENSURB na fase de projeto.

O sistema de frenagem por atrito deverá ser compatibilizado em todas as modalidades de frenagens, com um sistema de anti deslizamento para proteger as rodas contra escorregamentos.

Deverá haver dispositivos que permitam a isolação do freio de serviço de cada truque, efetuando o alívio, exclusivamente para contornar a falha de remoção de freio. Estes dispositivos deverão estar localizados nos painéis laterais externos ao carro, possibilitando seu acionamento pela plataforma.

Também deverá haver dispositivos que permitam a isolação do freio de serviço de cada carro, efetuando o alívio, exclusivamente para contornar a falha de remoção de freio. Estes dispositivos deverão estar localizados nas cabines de comando em posição a ser definida na fase de projeto pela TRENSURB.

Os dispositivos de isolação do freio dos carros do trem poderão ser comandados remotamente pelo equipamento ATO, quando for instalado. A isolação remota de um ou mais carros deverá garantir a taxa de frenagem especificada.

A Contratada deverá definir juntamente com a TRENSURB, durante a fase do projeto executivo, os critérios da isolação dos freios de serviço de forma remota, prevendo uma futura instalação do ATO.

Em caso de falha de freio de atrito, deve haver a possibilidade de isolar freio em um ou mais carros que possibilitem a movimentação do trem.

O sistema deverá permitir, mesmo com o freio de serviço isolado, a atuação do freio de emergência por qualquer de seus comandos.

Deverá haver também, nas cabines de condução e em cada carro, um dispositivo para isolamento do freio de emergência. Quando instalados no salão de passageiros deverá ser acessível tanto pelo interior (Operação), quanto a nível da via (Manutenção).

O isolamento do freio de emergência de 3 ou mais carros, deverá implicar na inibição da movimentação do trem.

A isolação do freio de emergência de 3 ou mais carros, deverá implicar na inibição da movimentação do trem.

Deverá haver indicações distintas no console pelo “Data-bus” de isolação de freio de serviço e de emergência de cada carro.

Os circuitos de comando, controle e indicação de isolação do freio de emergência deverão ser submetidos à análise de segurança dos modos de falha de hardware e software, conforme norma MIL STD 882 ou EN 50126 (a mais rigorosa entre elas), através de empresa especializada de comprovada capacitação.

O sistema de freio de atrito deverá ser de uso comprovado em trens metroferroviários.

5.1.1 Equipamento de Controle Pneumático

Os carros deverão ser equipados com uma ou duas Unidades de Controle Pneumático do freio, que possibilitará a alimentação dos cilindros de freio por carro ou por truque respectivamente, de acordo com o sistema de controle de frenagem elétrica fornecido (controle por carro ou por truque).

A Unidade de Controle Pneumático deverá ser constituída, basicamente, de um conjunto de válvulas e componentes para executar as funções de aplicação e alívio de freio de serviço, aplicação e liberação do freio de emergência e válvula de carga variável.

No console dos carros com cabine, em lugar bem visível e de fácil acesso ao operador do trem, deverá haver um dispositivo na cor vermelha de acionamento manual do freio de emergência.

Esse dispositivo, quando acionado, deverá comandar a aplicação do freio de emergência em toda e qualquer situação de operação, inclusive nos carros com freio de serviço isolado.

A frenagem de emergência, deverá ser aplicada automaticamente sempre que a pressão de ar no sistema atingir um limite mínimo de segurança preestabelecido (pressão de segurança).

O equipamento de controle pneumático deverá ter uma eletroválvula para isolamento do freio de serviço.

Com a finalidade de isolamento do freio de serviço e emergência em cada truque deverá haver uma torneira.

Esta torneira deverá ter venta lateral, identificação, estar localizada próximo à lateral da caixa e ter acesso a partir do salão de passageiros.

Todas as torneiras deverão estar localizadas no mesmo lado da composição.

Na cabine, deverá haver indicação de isolamento dos cilindros de freio do carro isolado.

Para efeito de facilidades de manutenção deverá haver em cada carro um dispositivo do tipo torneira que quando acionado permitirá a substituição das válvulas ou até mesmo das unidades de comando pneumático existentes no carro, sem haver a necessidade de esgotar o ar dos reservatórios de freio e/ou principal.

A atuação nesse dispositivo deverá ser sinalizada no sistema Data Bus.

Ensaios:

Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito serão submetidos a ensaios, conforme normas, IEC 60077 tais como:

- funcional (tipo e rotina);
- de acréscimo de temperatura seca (tipo);
- de vibração e choques (tipo).
- Os componentes eletromecânicos deverão ser submetidos a ensaios de durabilidade.

5.1.2 Equipamento de Comando de Freio de Atrito

O equipamento de comando de freio de atrito deverá interpretar os sinais de comando do trem via sistema "Data-bus". Esses sinais deverão indicar o esforço frenante solicitado pelo manipulador principal de tração/freio ou determinado pelo equipamento ATC. Deverá ser previsto para a atuação do ATO quando for instalado.

Para o cálculo da pressão necessária do freio de atrito, deverá ser considerado o esforço frenante solicitado, o peso do carro e o sinal de frenagem elétrica enviado pelo equipamento de comando e controle de tração.

O sistema de freio de atrito deverá efetuar o controle da pressão nos cilindros de freio, considerando a pressão efetiva obtida através de sensores instalados junto aos cilindros e não assumindo que a pressão aplicada é a que foi inicialmente calculada e comandada.

O intervalo de tempo total entre o comando de frenagem e o instante em que a desaceleração atingir 90% do seu valor nominal, em uma frenagem totalmente pneumática, deverá ser inferior a 2 segundos.

No caso de aplicação de frenagem somente por atrito, o intervalo de tempo entre o comando de frenagem e o instante em que a pressão atingir 10% do seu valor nominal deverá ser inferior a 1 segundo.

O tempo de resposta para a retirada total do freio de atrito deverá ser suficiente para que não ocorra a rolagem do trem no sentido contrário à tração, no instante da partida em uma rampa ascendente de 4%.

Estes intervalos de tempo deverão ser considerados para qualquer condição de carga do carro.

O equipamento de comando de freio de atrito deverá proporcionar facilidades de ajustes dos principais parâmetros de freio de serviço e de emergência em função de:

- carregamento do carro;
- coeficiente de atrito das pastilhas de freio;
- freio elétrico;
- sinal de freio requisitado;
- variação da aceleração (“jerk”);
- característica do cilindro de freio;
- tempo de resposta para aplicação e alívio de freio.

O projeto do sistema deverá ser conduzido, de forma que qualquer falha acarrete a aplicação de freio máximo de serviço proporcional ao peso

do carro, com sinalização na cabine, mesmo no caso de falta de alimentação no equipamento de comando de freio de atrito.

O equipamento de comando do freio de atrito deverá ser microprocessado ou de tecnologia superior e deverá possuir recursos de auto diagnóstico, com possibilidade de leitura dos parâmetros de controle e da rotina que detectou a anormalidade e sinalização de falhas local e na cabine de comando.

O software de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

O auto diagnóstico deverá monitorar, além das falhas e anormalidades de funcionamento do equipamento, as dos componentes externos,tais como atuadores, sensores, freio elétrico, e outros. Estas falhas e anormalidades, permanentes ou intermitentes, deverão ser memorizadas mesmo em caso de falta de alimentação do sistema de frenagem por atrito.

Os sinais de falhas e anormalidades do sistema de frenagem por atrito, bem como a isolação local do equipamento de frenagem deverão ser enviadas ao Sistema "Data-bus" para serem enviadas ao monitor de falhas existente na cabine.

A ocorrência de freio falha aplicação deverá ser sinalizada através do sistema data bus no monitor de falhas do console.

A ocorrência de freio falha remoção em qualquer carro deverá ser sinalizada no monitor de falhas do console através do sistema data bus e também localmente nas laterais superiores de cada carro.

A ocorrência de freio falha remoção em qualquer carro deverá impedir a movimentação do trem.

A isolação de um freio falha de remoção deverá apagar o anunciador de freio falha remoção das laterais do carro e monitor do console, acender o anunciador freio isolado e permitir a movimentação do trem.

Deverá ser possível realizar a nível da operação um teste para verificação simultânea da integridade das sinaleiras locais de freio falha remoção de todos os carros.

Ensaios:

Os equipamentos eletrônicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito serão submetidos a ensaios, conforme normas, NBR 8365 ou IEC 60571(a mais rigorosa entre elas), tais como:

- funcional;
- De tensão suportável;
- de transitórios;

- de acréscimo de temperatura (seca);
- de acréscimo de temperatura (úmida);
- de vibração e choques.

Os ensaios de rotina serão os seguintes:

- funcional;
- de tensão suportável.

Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito serão submetidos a ensaios, conforme normas, IEC 60077, tais como:

- funcional (tipo e rotina);
- de acréscimo de temperatura seca (tipo);
- de vibração e choques (tipo).

5.2 SISTEMA DE ANTI DESLIZAMENTO E ANTI PATINAÇÃO

O sistema anti deslizamento e anti patinação deverá controlar o esforço de frenagem por atrito, em função da aderência entre a roda e o trilho, comandar o corte de tração, quando for detectada a patinação e o corte do freio elétrico, quando for detectado o deslizamento.

Deverá haver perfeita sintonia entre a atuação do sistema de anti deslizamento e anti patinação do sistema de freio de atrito com o sistema de tração e frenagem elétrica, sendo que o sistema de tração e frenagem elétrica deverá ter prioridade e supervisionado pelo sistema de freio de atrito.

O equipamento deverá ser projetado para evitar o travamento e a formação de calos nas rodas, minimizar a distância de frenagem com o aproveitamento, ao máximo, da aderência disponível, em toda a faixa de velocidade atendendo aos requisitos de desempenho citados na Norma UIC 541.

Em situação de baixa aderência na via, o sistema deverá controlar o esforço frenante aplicado no rodeiro, de forma gradativa, com eficácia superior a 95%, na faixa de velocidade compreendida entre velocidade máxima e 5km/h, de modo a manter a velocidade periférica das rodas no limite de travamento ou escorregamento.

O circuito de controle deverá ser do tipo falha segura e a atuação poderá ser por carro ou truque em consonância com o comando e controle de tração e frenagem elétrica.

O equipamento deverá ser projetado com lógica microprocessada ou tecnologia superior, funções de auto diagnóstico, memorização de falhas e facilidades para sua manutenção.

O sistema anti deslizamento e anti patinação deverá atuar e controlar em frenagem de serviço e em emergência.

As falhas do sistema de anti deslizamento e anti patinação deverão ser enviadas ao Sistema "Data bus", para serem enviadas ao monitor de falhas existente no console da cabine.

O software de controle do sistema anti deslizamento deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

Ensaios:

Os equipamentos eletrônicos que compuserem sistema de anti deslizamento e anti patinação serão submetidos a ensaios, conforme normas, NBR 8365 ou IEC 60571 (a mais rigorosa entre elas) e atender aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541, tais como:

- funcional;
- de tensão suportável;
- de transitórios;
- de acréscimo de temperatura (seca);
- de acréscimo de temperatura (úmida);
- de vibração e choques.

Os ensaios de rotina serão os seguintes:

- funcional;
- de tensão suportável.

Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de anti deslizamento serão submetidos a ensaios, conforme Norma IEC 60077, tais como:

- funcional (tipo e rotina);
- de acréscimo de temperatura seca (tipo);
- de vibração e choques (tipo)

6 PORTAS DO SALÃO

6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Portas do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

As portas deverão ser do tipo deslizantes com bolsas laterais para recolhimento das folhas da porta. O curso de deslizamento das folhas de porta deverão ser igual para os dois lados (fechamento central).

Todas as folhas de portas deverão ser de face dupla, com estrutura rígida, livres de ondulações, isoladas termo acusticamente, fabricadas em aço inoxidável.

As folhas de portas deverão estar perfeitamente travadas quando fechadas e não deverão apresentar vibrações nem movimentos transversais à caixa do carro.

Na soleira das portas deverão existir guias de forma que não ocorram trancos ou travamentos das folhas de portas durante sua movimentação, tanto no fechamento com na abertura.

O projeto deverá ser elaborado, de forma que o mecanismo de acionamento e o sistema de sustentação das folhas sejam montados em um quadro estrutural único.

Esse quadro deverá ser rígido, mantendo o paralelismo das folhas, de maneira a evitar desregulagem ou interferência no funcionamento das portas, devido à obstruções ou a quaisquer deformações que possam ocorrer na movimentação normal dos carros.

As folhas que compõem a porta deverão ser intercambiáveis e de fácil substituição.

Deverá haver uma boa vedação contra a entrada de água de chuva e de máquinas de lavagem mecanizadas.

As folhas de portas deverão ser projetadas de forma rígida para resistir a uma carga concentrada de 150 daN, aplicada perpendicularmente à sua face, no centro da borda frontal, quando apoiada nas extremidades, com uma deflexão máxima de 3 mm, sem ocasionar deformação permanente.

Os quadros e as folhas de portas deverão ser projetados, de forma a não prender a mão do passageiro, tanto no lado externo quanto no lado interno, durante as aberturas das portas.

Os carros deverão ser providos, em suas laterais, de quatro portas de cada lado com largura livre de no mínimo 1.600 mm.

A suspensão das folhas das portas deverá ser feita por rolamento linear, com esferas de aço que deslizarão suavemente sobre suporte de aço.

O sistema de portas deverá ser projetado para não indicar porta fechada e travada enquanto obstruída por um objeto com 10 mm de diâmetro, no mínimo, colocado entre os perfis de borracha das folhas, a 1.000 mm do piso do carro.

Os sensores deverão indicar que as portas estão fechadas e permitir a movimentação da composição, somente se as portas estiverem efetivamente em posição de fechamento completo e devidamente travadas.

Se durante a movimentação do trem ocorrer o destravamento de uma ou mais portas, deverá sinalizar no monitor de falhas do console da cabine, que uma ou mais portas estão destravadas, com indicação da porta e do carro em que isso ocorreu. Nessa condição deverá haver o corte da tração do trem e ser selecionada a câmera mais próxima.

Caso ocorra a abertura de uma ou mais portas, com vão superior a 50 mm, deverá ser haver corte de tração no trem e em seguida ocorrer a sinalização de porta aberta e destravada, no monitor de falhas do console da cabine, com indicação da porta e do carro.

A suspensão das folhas das portas deverá estar diretamente interligada ao mecanismo de acionamento, composto de um único fuso que aciona as folhas de forma conjugada. O fuso deverá ser tratado com lubrificação a seco.

O acionamento do fuso deverá ser feito por motor elétrico alimentado em tensão de 72 Vcc, que deverá estar conectado ao sistema de baterias do trem.

As folhas das portas deverão ser providas de guarnições de borracha em toda a sua extensão de contato.

As guarnições deverão ser projetadas de forma que tenham flexibilidade suficiente para não causar lesões aos passageiros. Amostra da guarnição deverá ser aprovado pela TRENSURB.

Estas guarnições deverão ter perfil que permitam encaixe no fechamento. A montagem do perfil de borracha nas folhas das portas deverá ser por encaixe com auto retenção, de forma a facilitar sua substituição com a porta montada no carro.

As portas deverão ser providas de janelas com o policarbonato fixado às folhas por guarnições de borracha e ser faceado com a folha pelo lado interno e externo do carro. Poderá ser utilizado outro processo de fixação do

policarbonato na porta, desde que seja apresentado para aprovação da TRENSURB.

A área da janela deverá ser de, no mínimo, 25% da folha da porta.

Deverá ser possível a remoção e substituição do policarbonato, no próprio local instalado no carro, sem necessidade de remoção da folha de porta. O policarbonato deverá ter espessura mínima de 9 mm.

O acionamento da porta deverá ser feito por motor elétrico controlado, de forma a garantir uma força de, no máximo, 20daN na guarnição de borracha das folhas, durante o fechamento.

O sistema de portas deverá propiciar uma redução da velocidade no final do percurso de abertura e fechamento, de forma a suavizar os movimentos.

O acionamento do motor das portas deverá ser feito por comando elétrico, a partir da cabine de comando.

O tempo de abertura e do fechamento das portas deverá ser entre 2 e 3 s, com possibilidade de regulagem entre 1,5 a 4,0 s, contados a partir do instante do comando, descontado o tempo do sinal sonoro de fechamento.

O mecanismo das portas deverá ter um dispositivo de travamento das folhas na posição fechada (travamento mecânico) de forma a impossibilitar a abertura pelos passageiros.

Deverá existir em cada conjunto de portas, dentro do compartimento do mecanismo, um dispositivo que permita isolar esta porta, permitindo que a manutenção realize serviços na porta isolada, podendo abrir e fechar manualmente e as demais portas do sistema permaneçam totalmente operacionais.

Cada conjunto de portas deverá também conter um sistema mecânico acionado, internamente e externamente ao salão de passageiros, por chave padrão da TRENSURB para travamento e isolamento mecânico do mesmo. Concomitantemente ao isolamento mecânico, a porta deverá ser automaticamente isolada eletricamente.

A durabilidade do sistema de portas deverá ser de no mínimo 30 anos, com revisão geral a cada 1.200.000 km.

6.2 PORTA DE SERVIÇO

Além das portas com função de saída de emergência, duas das portas laterais de cada carro, uma de cada lado do trem, deverá também possuir a função porta de serviço.

A abertura e fechamento da porta de serviço deverá ser possível quando acionada interna ou externamente por um dispositivo com chave padrão

TRENSURB, independentemente de estar a cabine selecionada, porta isolada ou sistema desenergizado. Uma vez que a porta for aberta pela chave de serviço, ela permanecerá aberta, mesmo que receba o comando de fechamento da cabine.

Os dispositivos externos deverão ser acessíveis a partir da plataforma e ao nível da via e os internos deverão ser instalados para acionamento com o operador em pé.

A abertura da porta de serviço deve ocorrer somente se for acionada a chave de comando de abertura com o trem com velocidade menor que 3 km/h.

Do lado externo destas portas deverá haver escada e pega mão embutido na caixa para acesso do operador a partir do leito da via.

6.3 DISPOSITIVO DE ABERTURA DE EMERGÊNCIA DAS PORTAS DO SALÃO

Junto a cada porta do salão de passageiros deverá ser instalado dispositivo, protegido por tampa plástica, que após acionado, permita ao passageiro a abertura manual da porta correspondente.

A função saída de emergência deverá ser acionada por um dispositivo de atuação mecânica, denominado manípulo de emergência, que deverá:

- comandar o corte da tração;
- ativar a função parada de emergência do ATO para a via oposta (o trem deverá estar preparado para esta função);
- realizar o destravamento da porta, possibilitando a abertura manual pelo passageiro.

O acionamento do manípulo de emergência deverá:

- ser sinalizado externamente nas laterais do carro;
- ser sinalizado no monitor da cabine;
- ser sinalizado em indicador luminoso no console;
- ativar o intercomunicador com o operador;
- disponibilizar as imagens do respectivo carro.

6.4 COMANDO E SINALIZAÇÃO DE PORTAS

A transmissão do comando e sinalização do sistema de portas deverá ser realizada via sistema "Data bus". O sistema de comando deverá ser eletrô-

nico, de alta confiabilidade, evitando-se circuitos e intertravamentos por componentes eletromecânicos como, relés, contatores, e outros. Nos casos em que isso não for possível, deverá ser obtida a aprovação prévia a TRENSURB.

O sistema deverá monitorar, continuamente, o estado funcional dos sensores de portas fechadas/travadas e abertas, sinais de velocidade do trem e estado funcional de cada porta do trem, efetuando diagnósticos automáticos e anunciando os eventos de falhas no monitor do console do operador, pela rede “Data bus”.

Deverá haver intertravamento entre o sistema de portas e o sistema de tração, de forma que em condições normais, o trem somente possa se movimentar quando todas as portas estiverem fechadas e travadas.

Os circuitos elétricos de controle de abertura deverão ser projetados com a filosofia de “falha segura”, ou seja, qualquer modo de falha de componente não deverá provocar a abertura indevida de uma ou mais portas do trem. Esta filosofia também deve ser aplicada aos circuitos que permitem a movimentação do trem quando as portas estiverem devidamente fechadas e travadas e sem acionamento do dispositivo de abertura de emergência. Em qualquer modo de falha de seus componentes não deverá haver uma habilitação indevida de permissão de movimentação da composição sem a devida confirmação do estado real de cada porta do trem.

O comando de portas deverá proporcionar a abertura e o fechamento das portas em qualquer modalidade operativa, estando o trem com velocidade inferior a 3 km/h.

Em condução manual, a operação das portas deverá ser realizada pelo operador.

A abertura e fechamento das portas deverão ser comandados:

- pelas botoeiras localizadas no console. Estas deverão estar dispostas no seu lado direito e esquerdo, atuando o lado correspondente das portas;
- pelas botoeiras localizadas junto às portas laterais da cabine. Estas deverão estar dispostas junto às portas laterais da cabine e atuar no lado correspondente das portas;
- pelas botoeiras localizadas junto a cada porta do salão de passageiros (lado interno e externo).

As botoeiras que comandam a abertura e o fechamento das portas do carro deverão ser de cor verde para fechamento e vermelha para abertura.

As botoeiras deverão estar ativas para emissão de comando de abertura somente na cabine líder e com o trem parado.

A verificação do funcionamento das portas deverá ser realizada por indicadores localizados no console.

Em condução automática, a operação de portas deverá ser realizada pelo equipamento de Controle de Bordo (CB), que se encarregará da abertura e fechamento das portas.

O operador deverá ter prioridade sobre o equipamento automático no que se refere à manutenção de portas abertas. Desse modo, se o operador pressionar a botoeira de abertura, as portas permanecerão abertas até o operador efetuar o comando de fechamento.

As botoeiras localizadas junto às portas do salão (lado interno e externo) deverão ter ação restrita à respectiva porta.

Não deverá haver sobreposição do sistema de comando de abertura das portas realizado junto a cada porta e através da cabine. Para tanto deverá haver na cabine de condução chave de comutação de modo (abertura pelo operador/abertura pelo passageiro).

A indicação de porta aberta deverá ser realizada por 35 indicadores localizados um em cada lateral do carro, um no console e um em cada comando instalado junto a cada porta da cabine.

Os indicadores laterais deverão sinalizar, quando apagados, que todas as portas do respectivo lado estão devidamente fechadas e travadas. Se houver uma ou mais portas abertas no lado correspondente, o indicador permanecerá aceso. A indicação de portas fechadas no console e junto às portas laterais da cabine deverá acender somente quando todas as portas do trem estiverem devidamente fechadas e travadas.

No monitor do console, o operador poderá selecionar uma tela onde será possível verificar o estado real de cada porta do trem de forma individual, bem como o estado funcional e tipo de falha do sistema de portas, indicando inclusive o carro em que a falha ou evento no sistema foi verificado.

As indicações de portas abertas por lado e fechadas deverão estar disponíveis para o ATO.

Se houver obstrução durante o fechamento da porta, por exemplo um usuário preso, o sistema, automaticamente, deverá propiciar possibilidade ao usuário de soltar-se, parando o movimento de fechamento, abrir novamente, somente a referida porta, por apenas 50 a 100 mm do ponto de obstrução e retornar ao movimento de fechamento. No caso da obstrução permanecer após 3 tentativas de fechamento, o evento deverá ser sinalizado na cabine do operador.

A abertura de uma ou mais portas do trem, a perda de sinalização de portas fechadas com o trem em movimento e atuação do dispositivo de saída

de emergência, deverão ser indicadas na cabine e externamente ao carro, acarretando:

- o corte da tração;
- solicitação de código de velocidade zero pelo sistema de sinalização de via para a via adjacente ao trem (prever quando da instalação do ATO)

Os motores de abertura de portas deverão permanecer bloqueados ou desativados enquanto o trem estiver em movimento.

Em cada lateral externa do carro deverá haver um painel de isolamento com chaves para isolamento individual de cada porta e uma chave para isolação de todas as portas do carro, acessível a partir do nível da via e plataforma.

A porta isolada deverá inibir o comando automático de abertura, sinalizar na cabine porta isolada e ativar a comunicação visual luminosa interna ao salão de passageiros sobre a porta, indicando “FORA DE USO”.

Em todas as cabines de comando deverá haver uma chave elétrica, com registro de atuação, que quando acionada permita a tração do trem, independente do estado das portas (“by pass” das portas).

Esta chave somente deverá estar habilitada na cabine líder.

Independentemente da modalidade operativa, todo fechamento de portas do trem deverá ser precedido de um sinal sonoro de alerta, audível e outro luminoso intermitente, individualmente por porta, que deverá durar por um tempo ajustável de 1 a 5 segundos.

O sinal luminoso intermitente deverá ser produzido pelo conjunto de sinalizadores de LED instalados nos batentes superiores de todas as portas do salão de passageiros. O sinal luminoso intermitente de qualquer uma das portas deverá sinalizar também quando for acionado o dispositivo de emergência da porta e também quando aquela porta não está fechada e travada.

O sinal sonoro de alerta deverá ser gerado pelo sistema de sonorização do trem e também individualmente pela sonalerta da porta que cessa somente com o travamento da respectiva porta. A característica do sinal deverá ser definida no desenvolvimento do projeto.

Mediante menu de acesso restrito ao pessoal de manutenção, os monitores do console poderão apresentar histórico de eventos do sistema de portas, apresentando, no mínimo, o registro dos últimos 200 eventos. Essas informações deverão ser acessíveis no “Data bus”. Também deverá ser possível acessar o histórico de falhas e eventos do sistema de portas por notebook conectado ao sistema “Data bus” ou pela transmissão de dados wireless ao Sistema de Apoio a Manutenção.

O software de controle deverá ser estruturado e compatibilizado com o hardware, de modo a evitar a abertura indevida de portas por falha de componente, sinal espúrio, erro de leitura de sinais de entrada ou travamento de software.

Documentos técnicos e os programas de software de controle deverão ser fornecidos para permitir a manutenção dos equipamentos de portas. Os programas aplicativos de software deverão possibilitar ajustes de parâmetros de portas como: tempos de abertura e fechamento; força de fechamento; velocidade de amortecimento; atuação em caso de obstrução; detecção de trem parado e parâmetros de atrasos inerentes ao funcionamento do equipamento.

Os programas de controle, de pesquisa e manutenção deverão ser desenvolvidos em plataformas de sistema operacional por computadores de uso comercial.

Deverá ser fornecido documento de análise dos modos de falhas do hardware e software do circuito de controle de portas, elaborado por entidade independente, devidamente habilitada.

Ensaios:

Os ensaios de tipo e rotina deverão seguir as condições descritas na norma NBR 8365 e IEC 60571.

6.4.1 Dispositivo “Botão Soco”

Em um dos lados de cada porta do carro, no lado interno, embutido no painel de revestimento lateral e protegido por uma tampa de plástico, deverá haver um dispositivo para uso dos passageiros. A tampa de plástico deverá permitir seu rompimento manual em caso de emergência e ser montada em uma moldura com chave padrão da TRENSURB para facilitar sua substituição.

A sinalização do dispositivo de portas atuado deverá ser a mesma da sinalização externa de porta aberta.

O acionamento deste dispositivo acarretará:

- aplicação de frenagem de emergência no trem;
- solicitação de código de velocidade zero pelo sistema de sinalização de via para a via adjacente ao trem (prever quando da instalação do ATO)
- a sinalização externa nas laterais do carro;
- indicação no monitor da cabine;
- indicação luminosa no console;
- ativação do intercomunicador com o operador;
- disponibilização das imagens do respectivo carro.

,A normalização do dispositivo se dará a partir do reconhecimento, pelo operador, na cabine de condução.

6.5 PROTEÇÃO DA ABERTURA DE PORTAS

Deverá ser instalado sistema que iniba a abertura das portas dos salões de passageiros fora da área de plataforma.

O sistema deverá permitir a abertura das portas pelo comando manual do operador ou pelo ATO (quando instalado), somente quando for detectado que toda a composição se encontra em área de plataforma.

Deverá ser prevista chave “by pass” que permita a abertura das portas em caso de falha do sistema ou de necessidade operacional.

6.6 MOTOR DE ACIONAMENTO DAS PORTAS

Um motor elétrico, instalado na parte superior de cada porta, deverá acionar as duas folhas, de forma conjugada.

A tensão de alimentação do motor deverá ser a da bateria do trem.

As escovas deverão ter vida útil de pelo menos 3.000.000 de ciclos de abertura e fechamento e o período de inspeção não deverá ser inferior a 1.000.000 de ciclos de operação.

O enrolamento deverá ter isolação classe "F" de acordo com norma específica ou superior.

O motor deverá ser dotado de mancais de rolamento blindado e ter proteção tipo IP 54.

Os ensaios deverão seguir as condições descritas na norma NBR 5165 e serão de dois tipos:

Ensaios de Rotina:

- medição da resistência do enrolamento de armadura;
- medição da resistência do enrolamento de campo se houver;
- colocação das escovas na linha neutra elétrica;
- de tensão suportável;
- de desempenho;
- de comutação;
- sobre velocidade.

Ensaios de Tipo:

- elevação de temperatura;
- rendimento;
- de desempenho (curvas características);
- vibração.

Deverá existir proteção para evitar a desmagnetização do campo produzido pelo imã permanente, no caso de sobrecarga, rotor bloqueado ou curto-circuito.

7 CLIMATIZAÇÃO DO SALÃO

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Ar Refrigerado do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

Cada carro deverá ser equipado, no mínimo, com dois conjuntos independentes de ar refrigerado, alimentadas em tensão de 380 Vca, trifásica e 60Hz.

As unidades deverão ser idênticas e intercambiáveis, mesmo entre os carros de extremidades e intermediários.

Cada unidade de ar refrigerado deverá ser do tipo compacta de compressor/condensador e evaporador/soprador e com todos os seus componentes montados sobre uma estrutura para ser fixada no teto do carro.

Os painéis de controle, no entanto, devem estar dentro do carro no armário elétrico.

O líquido refrigerante não deverá ser tóxico nem agressivo à camada de ozônio terrestre.

Deverá obrigatoriamente existir conexão flexível entre o compressor e a tubulação tanto da admissão como da descarga.

Cada unidade deverá ser alimentada por fontes diferentes, proporcionada pelo circuito de alimentação cruzada da saída dos inversores de alimentação auxiliar de carros adjacentes. O desligamento de qualquer um dos inversores de alimentação auxiliar não deverá afetar o funcionamento normal do outro conjunto de ar refrigerado.

O sistema de ar refrigerado deverá ser montado, preferencialmente, sobre a cobertura do carro e o duto de saída do ar de cada unidade deverá distribuí-lo ao longo de todo comprimento do carro.

A regulagem deverá ser automática e comum para as unidades de refrigeração de um mesmo carro.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para operar nas condições ambientais da Região Metropolitana de Porto Alegre e deverá proporcionar um conforto de acordo com o indicado na norma EN13129-3 categoria B e Resolução - RE n º 176 da ANVISA de 24 de outubro de 2000.

Para temperatura interna abaixo de 23ºC, o sistema de refrigeração deverá desligar automaticamente e somente o sistema de ventilação do evaporador permanecerá ligado, funcionando como um sistema de renovação de ar.

O desligamento do sistema de climatização do salão, mantendo a ventilação ligada, deverá ser possível por comando via “Data bus”. Essa função deverá ser utilizada para o desligamento dos equipamentos de ar refrigerado enquanto os trens estiverem fora de uso operacional, estacionados e sem comando.

Deverá haver um botão no console da cabine que quando acionado desligará/ligará todas as unidades de ar refrigerado do trem, inclusive a ventilação para uso operacional em caso do trem adentrar em uma região com fumaça.

Para temperatura externa acima de 21ºC (inclusive), o controle deverá determinar uma temperatura interna de referência (Tir), para uma umidade relativa do ar externo de 85%, como definido na seguinte equação:

Tir = 20 + 0,25(Te – 19) em ºC

onde:

Te = Temperatura externa

Tir = Temperatura interna de referência

Para temperatura interna superior a 23°C, o sistema de refrigeração deverá religar automaticamente, independente da temperatura externa.

A temperatura interior média (Tim) é a média aritmética das temperaturas medidas a 1,1m sobre o piso de salão de passageiros. Considerando a temperatura de referência (Tir) como sendo a temperatura teórica a conseguir no interior do salão de passageiros tem-se:

- a temperatura interior média (Tim) com relação à temperatura de referência (Tir), quando o equipamento de climatizador trabalha em sua capacidade nominal, não deve ser maior que +/-4ºC;
- a variação máxima das temperaturas medidas a 1,1m do piso do salão de passageiros deve ser menor que 2ºC;
- a variação máxima de temperatura medida em uma seção vertical qualquer no salão deve ser menor que 2ºC.

A regulação deverá ser efetuada com controle de temperatura por sensores convenientemente localizados no interior e exterior do carro.

Para a instalação, a potência dos equipamentos por carro deverá ser calculada para a capacidade de carga considerando:

Condições:

- carregamento completo de passageiros sentados mais o carregamento de 10 pass em pé/m²;

- capacidade mínima de resfriamento de 7ºC e temperatura externa de 32ºC.

Os equipamentos devem ter capacidade de operar de acordo com o item 1.4.6 Condições Ambientais

O cálculo para o dimensionamento deverá seguir as Normas aplicáveis com renovação de ar, no mínimo, de 27 m³ de ar fresco por passageiro/hora, ciclos contínuos de portas de uma lateral do trem, sendo 20 s abertas e 60 s fechadas.

A umidade relativa do ar no interior do salão deverá ficar entre 40% e 60%.

Deverão ser instalados ventiladores insufladores alimentados pelas baterias do trem, que deverão ser acionados quando todos os carros estiverem sem alimentação a partir da catenária. Estes ventiladores deverão operar por no minimo 15 minutos e propiciar pelo menos 30 trocas de ar por hora. Esta função somente deverá ser ativa na via comercial e não no pátio de manutenção.

A contratada deverá apresentar, na proposta, o memorial de cálculo adotado em projeto, indicando todas as características do sistema proposto e seguindo as recomendações das Normas aplicáveis.

Para aprovação do sistema de distribuição do ar refrigerado, a Contratada deverá efetuar testes em “Mock Up” em tamanho real do salão de passageiros para comprovação do atendimento as características técnicas especificadas.

Os testes de Tipo e Rotina deverão seguir as Normas aplicáveis e com carga térmica total equivalente.

O sistema de ar refrigerado para o salão de passageiros deverá atender aos requisitos das Normas aplicáveis.

Os componentes do sistema montados no chassi e base dos veículos e seus elementos de fixação devem atender aos requisitos da norma EN 12663, devendo suportar as seguintes acelerações em regime permanente:

- longitudinal: +3g.
- vertical: + (1 + c) g (com “c” variando entre 0,5 no centro do carro e 2 na cabeceira).
- transversal: +1g.

O chassi do equipamento de ar refrigerado deverá ser confeccionado em aço Inoxidável 304. Deverá conter todos os componentes de um sistema de ar refrigerado, fora o painel de controle, e deverá ser estruturado para ser instalado sobre o teto do carro, suportando todas as acelerações especificadas.

As tomadas de ar deverão ser localizadas na cobertura, com telas e grelhas direcionais e deverão ser projetadas de maneira que evite a entrada de água.

A Contratada deverá, em sua documentação, apresentar memorial de cálculo ou análise por elementos finitos ou laudos de ensaios para comprovar o correto dimensionamento do chassi para suportar os esforços especificados.

Os equipamentos de ar refrigerado e o painel de controle deverão ser conectados eletricamente por meio de conectores para facilitar substituições e manutenções. Para os cabos de alimentação de potência serão permitidas conexões por borneiras ou conectores.

As unidades deverão ser totalmente independentes de conexões com o interior do carro, possibilitando sua substituição sem interferências no interior do mesmo.

O acoplamento deve ser direto com os dutos ao carro, com material flexível especial sem parafusos ou rebites.

Nas unidades de salão a estrutura do chassi deverá ser robusta permitindo ao pessoal da manutenção caminhar sobre a unidade.

As tampas de inspeção do equipamento de salão deverão ser basculantes com fechaduras padrão manutenção TRENSURB.

Todos os parafusos, porcas e suportes em geral deverão ser em aço inoxidável.

As serpentinas dos condensadores deverão ser construídas com aletas de alumínio tipo “GOLD”.

Os filtros de ar misturado deverão estar dentro da Norma DIN 24185 EU3.

As saídas de ar no interior do salão deverão ser projetadas de tal forma a não favorecer o acúmulo de água condensada que possa gotejar sobre os usuários.

Os módulos de controle que forem instalados em região de condensação deverão ser protegidos contra umidade, oxidação e outros.

Todos os componentes do chassi instalados no teto dos carros, inclusive os elementos de conexão elétrica, deverão ter um grau mínimo de proteção IP67.

Para os elementos montados no interior do carro, o grau de proteção mínimo é IP54. Para casos de grau de proteção menor que especificado para o interior dos carros, será requerida a aprovação prévia da TRENSURB.

O sistema deverá cumprir os requisitos de emissão e compatibilidade eletromagnética. A Contratada deverá fornecer laudo técnico dos ensaios realizados em laboratório homologado e habilitado para esse tipo de prova e que

comprovem o atendimento aos requisitos especificados para emissão e compatibilidade eletromagnética.

A Contratada deverá fornecer os certificados de características dos materiais empregados com relação à resistência ao fogo, emissão de fumaça e emissão de gases tóxicos.

Os cabos elétricos de baixa tensão deverão ter características de:

- serem auto-extinguíveis, não propagadores de chama (tipo A);
- mínima emissão de fumaça (tipo F1);
- emissão nula de gases tóxicos;
- não produzirem compostos halogenados ou sulfurados durante a combustão.

Os componentes que puderem gerar vibrações deverão ser montados sobre elementos elásticos, de modo a não se transmitir vibrações ou ruídos à caixa do carro.

A unidade de Ar Refrigerado deverá conter pelo menos os seguintes componentes:

- Comando e Controle da Unidade
- Compressor com motor alimentado em 380 Vca ± 10%, 3 fases, 60 Hz ± 5%
- Ventilador do condensador alimentado em 380 Vca ± 10%, 3 fases, 60 Hz ± 5
- Condensador
- Ventilador do evaporador alimentado em 380 Vca ± 10%, 3 fases, 60 Hz ± 5%
- Evaporador
- Válvula de baixa e alta pressão
- Solenóide para linha líquida
- Visor de líquido
- Filtro de umidade ou secador
- Válvula de Expansão
- Termostatos
- Filtro de Ar
- Válvula de bloqueio

7.1 COMANDO E CONTROLE

Os equipamentos de comando e controle devem atender aos requisitos da Norma EN50155. O painel de controle deverá controlar separadamente cada unidade de ar refrigerado, de forma que, independentemente da origem ou local de uma falha em seus componentes, que possa provocar o desligamento de uma unidade, a outra deverá operar, normalmente, sem qualquer restrição.

O sistema de comando e controle deverá ser microprocessado ou de tecnologia superior, tanto para executar as funções de comando e controle como para efetuar funções de auto teste e autodiagnóstico com histórico de eventos. Esse sistema deverá ter saída para comunicação de seu estado funcional ao sistema anunciador ligado ao “Data bus”.

Também deverá ter uma porta de comunicação tipo USB e Ethernet para comunicação com o *notebook* de teste, onde também será possível poder monitorar todo o estado funcional e o histórico de eventos dos equipamentos de ar refrigerado.

Na indisponibilidade de conexão por porta USB e Ethernet poderá ser analisada outra proposta, desde que seja fornecido um adaptador para a porta do tipo proposto para porta USB e Ethernet sem ônus adicional, com aprovação da TRENSURB.

Deve ser prevista uma tomada 220 V (1.500 W) no painel de comando do climatizador de salão para conexão de *notebook* e equipamentos de manutenção do sistema.

O módulo de controle deverá realizar a monitoração de falhas, anormalidades e diagnósticos com o registro dos principais parâmetros de funcionamento do sistema de ar refrigerado, que deverá estar disponível para leitura através do “Data bus”.

Todos os conectores elétricos devem ser de uso ferroviário com trava mecânica.

A sinalização de falhas ou falta de energia para o sistema de ar refrigerado deverá ser mostrada no próprio equipamento e transmitida ao monitor de vídeo da cabine pelo sistema "Data bus" e também poderá ser monitorada por *notebook* de teste. Deverá ser indicada a falha de refrigeração e falha da ventilação.

Deve ser previsto e fornecido software e devidas licenças para verificação de falhas que será acoplado ao painel elétrico das unidades.

O controle do sistema deve ser feito por um dispositivo eletrônico inteligente priorizando o funcionamento mesmo com componentes em pane.

Também deverá fazer parte o fornecimento de todos os *softwares* necessários para os processos de manutenção de gravação dos equipamentos mi-

croprocessados ou de tecnologia superior, parametrização do equipamento e monitoração funcional via *notebook* de teste.

O software deverá arquivar as ocorrências de falha, registrando no mínimo as seguintes características: gravidade, *status*, data e hora das falhas. A memória para arquivamento destes registros deverá ser de um tamanho tal que permita o arquivamento de todas as falhas que possam ocorrer no período entre manutenções e deverá ser previsto a possibilidade de apagar o histórico de falhas depois que este já foi lido.

O software de controle do ar refrigerado deverá prever interface amigável com o usuário para permitir ajustes de parâmetros de proteção do equipamento, temperatura, e outros, sem necessidade de substituição do software fonte.

7.2 COMPRESSOR – CONDENSADOR

Os compressores não deverão ser herméticos.

Cada unidade deverá ser constituída de:

- compressor acoplado a motor elétrico;
- motor elétrico de acionamento do compressor, alimentado pelo sistema auxiliar de corrente alternada, trifásica de 380V ± 10%, 60Hz;
- compressor deverá ter seu projeto aprovado para uso ferroviário. A Contratada deverá fornecer certificado para comprovar esse requisito.
- baterias condensadoras que devem ser constituídas de tubos de cobre aletados, devendo suportar uma pressão de prova de 35kgf/cm2, com água a 30 ºC.
- receptáculo de fluido refrigerante, que deverá ter válvulas de entrada e saída e visor de nível do líquido refrigerante;
- fluido refrigerante do tipo ecológico.

7.3 EVAPORADOR SOPRADOR

A unidade evaporadora sopradora deverá prover a recirculação de ar, bem como o insuflamento de ar externo, de forma a atender aos requisitos de temperatura, conforto e renovação com ar externo, conforme definido na norma EN13129-3 para trens de categoria B.

Em baixas temperaturas (T<21ºC), o sistema de resfriamento deverá desligar automaticamente, ficando operante somente o sistema de ventilação e renovação de ar externo.

Cada unidade deverá ser constituída de:

- uma unidade evaporadora sopradora, com saída para o duto de ar, com uma separação diagonal em toda a extensão do salão de passageiros, de modo que cada unidade opere independentemente da outra. Um filtro de dimensões adequadas deverá ser colocado na entrada, a fim de limpar o ar que é insuflado para o duto de distribuição e que deve atender à Norma EN 779;
- um sistema ventilador acionado por motor elétrico acoplado, que deverá ter, no mínimo, duas velocidades;
- baterias evaporadoras que devem ser constituídas de tubos de cobre aletados, devendo suportar uma pressão de prova de 35kgf/cm2 com água a 30 ºC;
- uma bandeja de recolhimento da água de condensação em aço inoxidável, instalada sob as baterias evaporadoras, com mangueira para drenagem.

7.4 MOTORES

Os motores do compressor do ventilador do evaporador e condensador deverão ser alimentados pela tensão de saída do inversor estático e deverão atender aos seguintes requisitos:

- Tipo: assíncronos trifásicos;
- Tensão de Linha: 380 V ± 10%;
- Frequência: 60 Hz ± 0,5%;
- Grau de proteção: IP-54 (mínimo - para o evaporador) e IP-56 (para condensador);
- Classe de temperatura: Classe F;
- Tipo de Operação: serviço contínuo;
- Carcaça e eixo em aço inoxidável (alto grau de proteção a corrosões);
- Mancais auto lubrificados;
- Ensaio de rigidez dielétrica: 0,85.(2,5 Vm + 2.000V) por 1 minuto, conforme norma IEC60349-2. A Contratada deverá entregar lau-

dos dos ensaios de rigidez dielétrica efetuado por laboratório credenciado.

- Os motores dos ventiladores e compressores deverão ser fixados através de elementos elásticos e deverão ter fácil acesso para inspeção e manutenção dos mesmos.

7.5 VENTILADORES

Deverão ser instalados ventiladores alimentados em 72 Vcc para efetuar a troca de ar no caso de falta de alimentação elétrica pela rede aérea 3.000 Vcc. Se necessário, estes ventiladores deverão operar por um período de 15 minutos, no mínimo.

7.6 CLIMATIZAÇÃO DA CABINE

Na cabine deverá ser instalado um sistema independente de climatização com resfriamento e aquecimento de ar e ventilação, com comando localizado no painel.

Deverá ser possível selecionar refrigeração, aquecimento ou somente ventilação.

No caso de falha do inversor auxiliar que alimenta o sistema de climatizador da cabine, deverá ser mantida no mínimo a ventilação, através do outro inversor auxiliar.

O sistema de climatização de ar da cabine deverá ter um dispositivo regulador de vazão para o operador e uma derivação para desembaçador do para-brisa e deverá atender a Norma UIC 553.

O dispositivo regulador de direção (grelhas) deverá possibilitar a regulagem e direcionamento do fluxo de ar.

Deverá ser considerado uma taxa mínima de renovação de ar de 27 m^3/h.

O controle de temperatura digital da refrigeração/aquecimento deverá ser efetuado pelo próprio operador e possibilitar regulagens entre 18 e 28°C.

8 SISTEMA DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Detecção e Extinção de Incêndio do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

A concepção e implantação do sistema deverá estar em conformidade com as práticas de engenharia aplicáveis e deverá atender as seguintes Normas:

- planejamento e a instalação do sistema em conformidade com as Normas metroferroviárias específicas;
- Os componentes utilizados no sistema deverão estar em conformidade com a norma EN 12094;
- processo de fornecimento em conformidade com a Norma EN 50155.

8.1 DETECÇÃO DE INCÊNDIO

O equipamento de detecção de incêndio deverá detectar a presença de fumaça no salão de passageiros e cabine de condução por meio de aspiração contínua do ar, inclusive com a ventilação em máxima capacidade. Os filtros de poeira ou sujeira deverão ser dimensionados para durabilidade mínima de 5 anos de utilização.

O equipamento deverá fornecer no mínimo três níveis de alarme, com saída programável. Os alarmes e a identificação do carro ou cabine com fumaça deverão ser sinalizadas na cabine do carro líder.

A faixa de sensibilidade do equipamento deverá ser de 0,025 a 10% de obscurecimento por metro, com possibilidades de ajustes dos parâmetros dos níveis de alarme.

O equipamento de detecção de incêndio deverá ter a capacidade de armazenar em memórias não voláteis mais de 10.000 eventos de níveis de fumaça, anormalidades e falha do equipamento, com registro de data e horário. Deverá dispor de interface para conexão com o "Data bus" para coleta de dados e alteração de parâmetros de programação.

O equipamento deverá ser certificado por entidade reconhecida e estar em conformidade com a Norma NBR 9441.

O equipamento de detector de incêndio deverá ser submetido às condições de ensaio descritas na norma NBR 8365 ou IEC 60571 (a mais rigorosa entre elas), tais como:

Ensaios de tipo :

- funcional (desempenho);
- de tensão suportável;
- de transitórios;
- de acréscimo de temperatura (seco); de acréscimo de temperatura (úmida); de vibração.

Ensaios de rotina :

- funcional;
- de tensão suportável.

8.2 EXTINTOR DE INCÊNDIO

Todos os carros deverão ter dois extintores de incêndio localizados no salão de passageiros em compartimentos protegidos por tampa com vidro, conforme norma específica. Além desses, os carros de extremidades deverão ter outro extintor localizado na cabina de condução. Os compartimentos deverão ser projetados de forma a permitir a fácil remoção do extintor.

Os extintores deverão ser de pó químico seco, adequado às classes de fogo (A, B e C), com capacidade mínima de extinção de 4-A, 80-B e C.

A fabricação deverá atender a Norma NBR 10721 e os ensaios de classe de fogo às Normas NBR 9443, NBR 9444 e NBR 12992.

Os extintores não poderão ter dimensões superiores às seguintes:

- diâmetro externo do corpo - 137 mm
- altura total incluindo válvula - 524 mm

Deverá ser prevista uma comunicação visual para localização e instrução de utilização do extintor. A localização dos extintores e da comunicação visual será definida em projeto.

Deverá ser previsto um alarme local e uma sinalização luminosa no monitor do console da cabine de condução quando da remoção do extintor.

9 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

9.1 LUMINÁRIAS

O projeto deverá prever a instalação de luminárias com calha e grade de proteção e acabamento faceado ao teto do trem.

As calhas deverão ser projetadas de forma que impeçam a vibração e ruído e sem a existência de frestas.

A grade deverá ser metálica, pintada na cor a ser definida no projeto executivo, por processo eletrostático e sua fixação na luminária deverá ser através de travas acionadas por chave padrão TRENSURB..

As luminárias deverão propiciar uma boa iluminação, sem zonas escuras e, também possibilitar fácil limpeza e substituição dos módulos.

As luminárias embutidas no teto deverão possuir base articulada para permitir o acesso aos equipamentos.

O sistema de iluminação deverá ser projetado para que atenda a NBR14021.

9.2 ILUMINAÇÃO PRINCIPAL

A iluminação principal deverá ser constituída por LED, de uso comercial.

A metade da iluminação do carro deverá ser alimentada por uma fonte de corrente alternada do próprio carro e a outra por fonte do carro adjacente, de modo que na perda de uma fonte, permaneça acesa 50% da iluminação do salão de passageiros.

A fonte de alimentação em corrente alternada do próprio carro deverá alimentar as luminárias alternadas em relação às duas fileiras de luminárias, de forma que mesmo com a perda de metade da iluminação do carro, a iluminação remanescente fique distribuída de forma homogênea ao longo das duas fileiras de luminárias.

Ensaios, conforme norma específica:

- de verificação do funcionamento do conjunto módulos e alimentação (tipo);
- de medida do nível de iluminamento com o carro totalmente acabado (tipo);
- de tensão suportável em componentes (rotina).

9.3 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Em cada um dos carros deverá haver quatro luminárias para iluminação de emergência disposta em forma alternada, sendo uma em cada região de portas, alimentadas à tensão de bateria.

As luminárias deverão ser do mesmo tipo utilizado na iluminação principal.

10 SISTEMA DE INDICADORES E ANUNCIADORES

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação dos sistemas abaixo, entregando-os em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

10.1 RELÓGIO

O monitor do console deverá apresentar um relógio digital com data e hora cujo horário deverá ser atualizado automaticamente através de um protocolo padrão tipo NTP, por meio dos dados transmitidos pelo sistema Data bus. Ele deverá indicar horas (0 a 23), minutos (0 a 59), segundos (0 a 59), e a data deverá ser no formato DD/MM/AA.

Quando sem comunicação ou quando o trem for desligado, a base horária do relógio deverá continuar a ser mantida por relógio de quartzo, alimentado por bateria própria.

10.2 CRONÔMETRO

No monitor do console deverá existir a função cronômetro, com indicação de segundos e minutos.

A partida, parada e rearme automático do cronômetro deverão ser realizados da seguinte forma:

- partida/rearme: quando uma ou mais portas do salão de passageiros abrirem;
- parada: quando o trem iniciar o movimento.

O cronômetro deverá ter, também, rearme/partida manual.

10.3 VOLTÍMETRO

O monitor do console deverá ter indicação da tensão do pantógrafo, com escala de 0 a 4000 V, pelo menos. A indicação deverá ter resolução de, pelo menos, 50 V.

O sistema de medição deverá ter isolação galvânica da tensão da rede de alimentação.

10.4 AMPERÍMETRO

O monitor do console deverá ter indicação da corrente elétrica total do trem, com escala e resolução adequadas.

O sistema de medição deverá ter isolação galvânica da tensão da rede de alimentação.

10.5 MANÔMETRO

O monitor do console deverá ter indicação da pressão do sistema de suprimento de ar comprimido (encanamento principal) em psi e Kgf/cm², com resolução de 0,1. No monitor também deverá ser possível mostrar as pressões dos cilindros de freio, bolsas de suspensão e freios de estacionamento de todos os carros.

10.6 VELOCÍMETRO

No monitor do console, deverá haver um indicador de velocidade real do trem e velocidade comandada. As velocidades deverão ser apresentadas como mostrador analógico e digital, na escala de 0 a 130 km/h.

O sinal de velocidade real poderá ser obtido por processador próprio ou de outro equipamento do trem que tenha o processamento desse sinal (ex. CB, sistema de propulsão, sistema de freio, ou outro).

No mesmo velocímetro deverá haver indicação do sinal de velocidade comandada que será fornecido pelo equipamento de controle de bordo (CB) via “Data bus”.

A classe de precisão do velocímetro deverá ser de 1,5 % ou melhor.

A escala do indicador de velocidades deverá ser graduada de 10 em 10 km/h, com subdivisões de 5 km/h, sendo que o fundo de escala deverá ser de 130 km/ h.

O velocímetro deverá também fornecer indicação digital da velocidade real.

10.7 ODÔMETRO

No monitor do console deverá haver um acumulador de quilometragem percorrida.

O acumulador de quilometragem deverá ter capacidade de 7 dígitos,

atingindo sua contagem máxima ao alcançar 9.999.999km.

Deverá prever uma interface para manutenção, que permita o ajuste da quilometragem acumulada em qualquer dos seus dígitos.

O odômetro do monitor deverá memorizar a quilometragem acumulada com o trem desligado ou na ocorrência de falhas do sistema “Data bus”.

Os odômetros do monitor das duas cabines deverão a qualquer tempo indicar a mesma quilometragem acumulada. A quilometragem acumulada quando solicitada pelo equipamento CB deverá ser transmitida para o sistema d a Manutenção.

10.8 BUZINA

Todos os carros de extremidades deverão ter uma buzina localizada na cabeceira frontal sob o estrado, protegida contra a entrada de água.

A buzina deverá ter um som característico a ser definido pela TRENSURB.

O comando elétrico deverá ser alimentado pela da bateria do carro e provido de um circuito de proteção.

Deverá ser instalado, no console, em local de fácil atuação, um botão de acionamento sem retenção do tipo pulsador, na cor preta, para acionamento da buzina.

A buzina deverá, também, fazer interface com o sistema “Data-bus”, de forma que ela possa ser acionada pelo ATO quando implementado, por ocasião do despacho automático de trens, no pátio de manutenção.

Os carros de extremidades deverão ter um sinalizador sonoro intermitente de ré com o nível de pressão sonora e frequência a ser definido na fase de projeto. Deverá ser prevista possibilidade de inibição deste sinalizador através de chave na cabine de condução.

A buzina deverá permanecer operante em qualquer condição de operação da cabine (frente/ré/neutro).

10.9 FARÓIS, LUZES DEMARCADORAS E LANTERNAS

Os carros de extremidade deverão ser equipados com dois faróis e as lâmpadas energizadas por uma fonte de 24 Vcc, luzes demarcadoras na parte superior da máscara e duas luzes de cauda, energizadas pela bateria.

Todos os faróis além da lâmpada normal deverão ter uma iluminação em LED com tonalidade branca de alta intensidade (maior que 7.500 mcd) alimentado com a tensão de 72 Vcc e comandada pela mesma cha-

ve.

O acionamento da chave de energização geral do trem implica na energização automática das luzes de cauda de ambas as cabeceiras do trem, com a chave de seleção em neutro.

A seleção da posição frente pela chave reversora (ou pelo equipamento ATO, quando instalado) no carro líder, deverá acender os faróis e desligar a luz de cauda deste carro, permanecendo acesa a luz de cauda da outra extremidade do trem.

A seleção da posição ré pela chave reversora, no carro líder, deverá manter acessa a luz de cauda e, na outra extremidade, acender os faróis e a luz de cauda, além de um sinal de alerta acústico.

Deverá haver uma chave para acionamento do farol, com as posições alto e baixo, não existindo a posição desliga.

As lentes das luzes de cauda deverão ser de cor vermelha e as luzes demarcadoras de cor âmbar.

Toda instalação dos faróis luzes demarcadoras e da luzes de cauda deverá ser de fácil acesso para fins de ajuste e manutenção.

Todas as iluminações de luzes de cauda e demarcadoras deverão ser em LED de alta intensidades (maior que 5.000 mcd) alimentadas pela tensão de 72 Vcc e o facho de luz deverá incidir sobre toda a área da lente.

10.10 ANUNCIADORES DE FALHAS

Os anunciadores de falhas, deverão ser implementados no monitor de vídeo de falhas/CFTV do console e dispositivos associados mencionados no item 2.7.5 e outros deste documento..

Para cada anúncio através do monitor do console deverá ser acionado o indicador "Falha Verifique" para análise de detalhamento da falha.

Essas indicações deverão ser discutidas e aprovadas pela TRENSURB durante a fase de projeto.

O sistema de anunciadores de falhas deverá, também, realizar o armazenamento das falhas ocorridas nos diversos sistemas/equipamentos do trem, com indicação de data, hora e número do carro referente ao equipamento em falha, constituindo, desta forma, um histórico de falhas cronológico, que deverá estar disponível ao operador e à manutenção.

Maiores detalhes sobre o histórico de falhas, tais como, capacidade e forma de armazenamento, e outros., serão discutidos durante a fase de

projeto.

10.11 ANUNCIADORES EXTERNOS DE EVENTOS E FALHAS

Indicadores externos de LED de alta intensidade, instalados em ambas as laterais de todos os carros, em local visível a partir da região da plataforma, com as seguintes características:

- um anunciador, na cor âmbar, que deverá acender em ambas as laterais do carro em que ocorrer uma falha no sistema de freio de atrito (falha de remoção de freio);
- um anunciador, na cor vermelha, que deverá acender em ambas as laterais do carro, quando uma ou mais portas no carro não estiver fechada e travada;
- um anunciador, na cor vermelha, que deverá acender de forma intermitente enquanto houver comando de fechamento de portas enquanto a porta estiver aberta. Este anunciador deverá estar instalado em todas as portas dos carros com finalidade de sinalizar o fechamento iminente das portas e deverá ser visível tanto do lado interno como do externo do carro.

10.12 ANUNCIADORES LOCAIS DE FALHA

Os anunciadores locais de falhas deverão identificar o equipamento em falha e deverão estar instalados nos próprios equipamentos.

Os anunciadores deverão estar normalmente apagados, acendendo quando houver falhas.

Os anunciadores locais de falhas deverão ser em "LED" de alta intensidade preferencialmente na cor vermelha.

10.13 MONITORES DE VÍDEO DO CONSOLE

No console das cabines deverão existir dois monitores de vídeo com as seguintes características:

- Os monitores deverão ser instalados em local de fácil visualização, para o operador sentado ou em pé no posto de trabalho, devendo possuir acabamento que minimize os efeitos da claridade e reflexos;

- Deverão ser coloridos, em LED, resolução padrão HD 720 (mínimo), tela plana (wide screen), dimensão mínima de 14” e ter proteção anti-reflexos e sensível ao toque (touch-screen). Deverão atender as normas previstas para equipamentos embarcados.
- Deverão possuir ajustes de brilho e contraste e "LED" indicativo de funcionamento.
- A alimentação dos monitores de vídeo deverá ter redundância e ser de alta confiabilidade em tensão de bateria.
- Associado a cada monitor, deverá ser previsto a instalado um teclado para selecionar as funções disponíveis no monitor. Deverá ser apresentado uma solução de customização para operacionalização dos equipamentos através de um único teclado;
- Detalhes das funções e número de teclas do teclado deverão ser definidos durante a fase do projeto.
- As informações deverão estar disponíveis no monitor da outra cabine;
- O detalhamento desse sistema deverá ser definido durante o desenvolvimento do projeto.

As funções desses monitores estão definidas no item Console e Anunciadores de falhas desta especificação.

Ensaios

O Sistema de anunciadores, bem como seus ensaios, deverão estar em conformidade com as recomendações das Normas NBR 8365 ou IEC 60571 (a mais rigorosa entre elas).

Os ensaios de tipo serão os seguintes:

- funcional;
- tensão suportável;
- de transitórios;
- de acréscimo de temperatura (seca);
- de acréscimo de temperatura (úmida);
- de vibração e choques,

Os ensaios de rotina serão os seguintes:

- funcional;
- de tensão suportável.

10.14 MONITORES DE VÍDEO MULTI MÍDIA DO SALÃO

No salão de todos os cada carros deverão existir oito monitores de vídeo, montados com as seguintes características:

- Os monitores deverão ser instalados em local de fácil visualização, para os passageiros sentados ou em pé, e o monitor deverá estar montado em estrutura robusta, integrada ao acabamento, distribuídos no salão. Os detalhes deverão ser definidos na fase de projeto executivos.
- Deverão ser coloridos, de LCD, resolução padrão HD 720 (mínimo), tela plana (wide screen), dimensão mínima de 17” e ter proteção anti-reflexos.
- Deverão possuir ajustes de brilho e contraste e "LED" indicativo de funcionamento.
- A luminosidade mínima dos monitores deverá ser adequada à visualização no interior dos trens.
- A relação de contraste mínimo deverá ser adequada à visualização no interior dos trens.
- Os monitores a serem instalados nos trens deverão ser acondicionados em invólucro de proteção dotados, de modo a garantir a segurança dos usuários e proteção contra vandalismo. A fixação dos mesmos deve garantir que a estabilidade do conjunto seja mantida durante toda vida útil dos equipamentos.
- O acabamento (cor, formato, entre outros) deverá harmonizar com o acabamento interno do trem.

10.15 "SOFTWARE" APLICATIVO

O "Software" aplicativo deverá ser o elemento do sistema de anunciadores, responsável por organizar e coletar as informações destinadas ao anunciador de falhas (monitor de vídeo) e aos diversos indicadores do trem.

Todas as informações deverão ser coletadas pelo sistema "Data-Bus".

Deverá ser concebido de maneira a permitir atualizações tanto do nível de manutenção como de acréscimos de funcionalidades.

Deverá permitir a possibilidade de dispor suas funcionalidades de maneira “on-line” e em tempo real.

O "Software" aplicativo deverá ser de operação simples, por "menus" e sua interface com o operador deverá ser agradável e amigável.

Os "menus" deverão possibilitar, pelo menos, as seguintes opções:

- entrada de dados operacionais (comprimento, identificação, destino do trem, e outros.);
- matriz de falhas;
- falhas detalhadas, por equipamentos;
- anunciadores de falhas;
- outras opções a serem detalhadas no projeto.

As informações relativas às falhas deverão ser apresentadas no monitor por uma matriz (Numero do Carro X Nome dos Equipamentos), permitindo uma visualização conjunta de todos os equipamentos com falhas no trem.

Por meio da opção "Falhas Detalhadas por Equipamento", deverá ser possível apresentar, no monitor, o diagnóstico de falha armazenado nos equipamentos que possuem autodiagnóstico (tração, freio, Inversor, e outros.).

Por meio da opção “Teste de Indicadores”, deverá ser possível verificar o funcionamento dos indicadores do trem.

11 SUPRIMENTO ELÉTRICO

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Suprimento Elétrico do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

11.1 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EM CORRENTE ALTERNADA

O sistema de alimentação elétrica em corrente alternada deverá ser constituído por inversores estáticos com tensão de entrada em 3.000Vcc e saída, com tensões nominais entre fases de 380Vca e 220 Vca entre fase e neutro, sob frequência nominal de 60Hz, senoidal. Deverá haver isolação galvânica entre a tensão da catenária e a tensão de saída em corrente alternada.

Os inversores deverão ser protegidos contra as variações bruscas de tensão da catenária, além de transitórios de tensão, gerados por atuação de contatores de disjuntores em carga.

11.1.1 Características Gerais

A rede de corrente alternada trifásico de 380Vca entre fase-fase e 220Vca entre fase e neutro (aterrado) deverá alimentar os seguintes equipamentos:

- sistema de climatização do salão de passageiros;
- motor do compressor;
- ventilação dos semicondutores de potência do equipamento de tração, se necessário.
- iluminação do salão de passageiros;
- eventuais instrumentos, ferramentas portáteis e equipamentos de limpeza ou equipamentos operacionais (console), por tomadas.

Em todos os carros deverá ser prevista a possibilidade de alimentar as cargas da rede de corrente alternada por intermédio de uma fonte externa, para efeito de manutenção nas oficinas.

A alimentação dos carros por fonte externa deve excluir totalmente a possibilidade de funcionamento em paralelo com a fonte interna do carro.

Os inversores deverão possuir recursos de autodiagnóstico, com possibilidade de leitura dos parâmetros de controle e da rotina que detectou a anormalidade e sinalização de falhas local e na cabine de comando por meio do “Data bus”.

O autodiagnóstico deverá monitorar, além das falhas e anormalidades de funcionamento do equipamento, as falhas dos componentes externos, tais como sensores, contatores, e outros. Estas falhas e anormalidades, permanentes ou intermitentes, deverão ser memorizadas, mesmo em caso de falta de alimentação de bateria.

A Contratada deverá apresentar a configuração do sistema de alimentação elétrica (CA e CC) do trem e memorial de cálculo do dimensionamento do sistema.

11.1.2 Inversor Estático

O inversor deverá ser ligado à tensão da rede aérea, com um fusível próprio de proteção e um contator ou um disjuntor, localizados na caixa do equipamento. O contator ou disjuntor deverá possibilitar o acionamento do inversor com comando local ou via chave de energização geral.

Os fusíveis do inversor ligados diretamente à tensão de linha deverão ter capacidade de interrupção igual ao fusível principal ou disjuntor de tração, protegendo o inversor e sua fiação contra todo tipo de curto circuito que puder ocorrer.

O contator deverá desligar o inversor em casos de sobrecarga e sub tensão de alimentação.

A ocorrência de tensões inferiores a 2.400V na linha deverá, automaticamente, abrir o contator. O retorno da tensão a valores superiores a 2.400V deverá rearmar, também automaticamente, o contator.

A ausência de tensão da rede aérea representará desligamento da linha. Antes de ocorrer o religamento da via, será efetuado, pela subestação retificadora, um teste de curto circuito na linha. A fim de se evitar um religamento dos inversores durante o teste de curto circuito, deverá existir no circuito do inversor, uma temporização ajustável entre 5 e 30 segundos para retardo do seu religamento, após a tensão de linha atingir valor acima de 2.400 Vcc.

O inversor de cada carro deverá alimentar metade da carga dos sistemas de refrigeração de ar e de iluminação principal do próprio carro e a metade das respectivas cargas do carro adjacente. Os detalhes dessa alimentação serão definidos na fase de projeto.

Os inversores deverão ter filtros que propiciem a eliminação de flutuações ou transientes de entrada que possam introduzir ruídos para o equipamento ou para a rede de alimentação.

A saída do inversor deverá ser protegida contra curto circuito e contra sobrecarga.

As proteções de sobre tensão, sub tensão e sobrecarga deverão ser temporizadas para que sejam evitados desligamentos indevidos. Cessada a causa do desligamento, o inversor deverá religar automaticamente.

A carga do veículo somente poderá ser energizada quando as tensões e frequência estiverem dentro dos valores especificados.

No caso de curtas interrupções da tensão de alimentação (0,1 a 1,0 segundo), o equipamento deverá reassumir a carga dos serviços auxiliares automaticamente.

Os semicondutores de potência deverão ser protegidos contra sobreaquecimento por sensores de temperatura.

Características do Inversor

- tensão nominal de saída: 380Vca, trifásico simétrico, com neutro acessível regulação da tensão de saída: 380 Vca ± 5%
- freqüência de saída: 60Hz ± 0,5 forma de onda de saída: Senoidal deslocamento de fase admissível: 1 0%
- sobre tensão (não repetitiva) da rede de alimentação: 4.000 V em 1 ms fator de Potência Nominal: 0,92
- Distorção Harmônica (THD) máxima: 6%

A tensão é considerada praticamente senoidal se nenhum dos valores instantâneos da onda diferir do valor instantâneo da mesma fase da onda fundamental em mais de 5% da amplitude desta última.

O sistema polifásico é considerado praticamente simétrico se nem o componente de sequência negativa nem o componente de sequência zero excederem a 2% do componente de sequência positiva.

A operação de partida dos equipamentos de funcionamento intermitente (compressor, ventiladores, e outros) não deverá causar nenhuma perturbação visível aos passageiros (iluminação) ou para o desempenho do carro.

Deverão ser previstas facilidades de ajuste dos principais parâmetros de controle do inversor, tais como:

- tensão de entrada;

- tensão de saída;
- frequência de saída;
- tempo para religamento;
- regulação do controle;
- parâmetros de proteção.

As tomadas deverão ser em 220 Vca, corrente alternada, 60 Hz, senoidal, com previsão de carga de 2 kW para cada carro.

Ensaios:

O inversor deverá ser submetido aos ensaios conforme as condições descritas na Norma EN 50155 ou IEC 1287 (a mais rigorosa entre elas) onde aplicáveis e serão de dois tipos:

Ensaios de tipo:

- funcional;
- de tensão suportável;
- de transitórios;
- de acréscimo de temperatura (seca);
- de acréscimo de temperatura (úmida);
- de vibração e choques.

Ensaios de rotina:

- funcional;
- de tensão suportável.

Os componentes eletromecânicos que compuserem o sistema de alimentação elétrica auxiliar serão submetidos a ensaios, conforme Norma IEC 60077, tais como:

- funcional (tipo e rotina);
- de tensão suportável (rotina);
- de acréscimo de temperatura seca (tipo);
- de vibração e choques (tipo).

11.2 ALIMENTAÇÃO DE BAIXA TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

11.2.1 Alimentação Auxiliar em 72Vcc

A alimentação auxiliar em 72Vcc deverá ser composta de conversor ou retificador e baterias.

As saídas do conversor/retificador em 72Vcc deverão operar em paralelo, alimentando as baterias e equipamentos do trem e, portanto, deverão, automaticamente, ajustar suas potências de saída e/ou cargas sem se sobrecarregarem (curva de regulação).

O sistema de alimentação em 72Vcc deverá ser dimensionado para alimentar todas as cargas nessa tensão, mesmo com falha de, pelo menos, um conversor/retificador, sem perda de desempenho.

As características de saída do conversor/retificador deverão ser as seguintes:

- tensão nominal (sob carga nominal): 72Vcc;
- tensão máxima do sistema: 86Vcc
- tensão mínima do sistema: 50Vcc
- "ripple" máximo: 5%

Deverá haver, necessariamente, isolação galvânica entre a baixa tensão, 72Vcc e os sistemas de 3.000Vcc e 380 ou 220Vca.

Deverá existir um dispositivo para limitação da corrente de saída do conversor/retificador, de forma a evitar que o equipamento entre em sobrecarga em qualquer condição operativa.

A entrada e a saída do conversor/retificador deverão ser protegidas contra curtos circuitos por dispositivos de proteção a serem aprovados pela TRENSURB e os semicondutores deverão ter proteção contra transitórios de tensão.

A tensão média fornecida pelo conversor/retificador deverá ser de 72Vcc sob carga nominal.

O equipamento deverá ter em sua parte frontal um anunciador de estado local de manutenção e prover meios para indicação na cabine, através do sistema "Data bus".

Ensaios:

O retificador deverá ser submetido aos ensaios, conforme a Norma IEC 60571 e serão de dois tipos:

Ensaios de tipo:

- funcional;
- tensão suportável;
- vibração e choques.

Ensaios de rotina:

- funcional;
- tensão suportável.

11.2.2 Alimentação Auxiliar em 24Vcc

O sistema de alimentação em 24 Vcc será proveniente do sistema de 72 Vcc.

A alimentação do motor de limpador de para-brisa, lavador, esguichador e faróis deverá ser em 24 ± 1,5Vcc.

As fontes de alimentação em 24Vcc dos carros cabine do trem deverão estar interligadas.

O equipamento deverá ser dimensionado para suportar transitórios de partida dos motores de 24Vcc.

Não será aceita alimentação em 24Vcc por derivação de elementos da bateria.

11.2.3 Bateria

As baterias para 72 Vcc poderão ser do tipo alcalina, deverão permitir a descarga sem picos de corrente. Deverá se manter permanentemente em carga e após descargas profundas deverá sofrer carga completa por carregador externo sob corrente constante. A corrente máxima de cargas das baterias poderá ser limitada por resistores. Deverá armazenar energia suficiente para manter energizado por uma hora todos os equipamentos do trem alimentados em 72 Vcc, após descarga continua por uma hora a tensão não deverá ser inferior a 50 Vcc e permitir ainda uma abertura de todas as portas de passageiros e alimentar o compressor auxiliar para colocar o pantógrafo na rede aérea, podendo assim iniciar o funcionamento do trem.

A quantidade de conjunto de baterias deverá ser compatível com a quantidade de carros da composição.

Deverá ser previsto um sistema que monitore a tensão de bateria de tal forma que seja sempre possível mantê-las com carga suficiente para ligar o Trem.

Os módulos de bateria deverão ter caixas plásticas resistentes, de fácil limpeza, inspeção e remoção. Deverão ser providos de sistema de abastecimento de água automático.

A caixa de baterias deverá ser instalada, preferencialmente, em um dos carros reboques.

O conjunto de módulos de bateria interligados e justapostos deverá ser montado em uma caixa com revestimento interno adequado contra a corrosão causada por vapores, gases e eletrólito provenientes da bateria.

A tampa da caixa deverá ser provida de trincos rápidos e de fácil remoção e boa vedação quanto à poeira.

A caixa da bateria deverá ser provida de orifícios com filtros removíveis e laváveis.

A ligação entre o conjunto de módulos de baterias e o carro deverá ser através de conector no interior da caixa de bateria.

Deverá haver um dispositivo de monitoramento da temperatura do eletrólito e correção automática da tensão de carga da bateria.

O conjunto de módulos de baterias deverá poder ser deslocado para fora de sua caixa através de uma base móvel deslizante e removível, facilmente movimentada, permitindo acesso a todos seus elementos.

O acondicionamento dos módulos da bateria deverá permitir a retirada do conjunto por intermédio de empilhadeira, de forma que todos os módulos da bateria possam ser retirados simultaneamente.

Deverão ser executados no mínimo os seguintes ensaios de acordo com a norma IEC60254-1:

- Inspeção dos elementos mecânicos: dimensional e de acabamento, conexões, e outros;
- Verificação do nível e da densidade do eletrólito;
- Com a bateria totalmente carregada, efetuar uma descarga, sob corrente nominal, de uma hora. Decorrido este intervalo de tempo a tensão por elemento não deverá ser inferior a 1,06 VCC;
- Vibração.

12 SISTEMA DE SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO

O sistema de suprimento de ar comprimido deverá ser dimensionado para atender às condições operacionais, tais como: responder às variações de carga da condição de trem vazio para carregado, em tempo menor que 20 segundos, a partir da pressão mínima de controle e com um dos compressores inoperante.

Também deverão ser atendidas as seguintes condições, simultaneamente, a partir da pressão de partida do compressor, até antes de atingir a pressão mínima do encanamento principal suficiente para a atuação do freio de emergência:

- Dois ciclos completos de alívio e aplicação de freio de atrito.
- Um ciclo completo de levantamento e abaixamento dos pantógrafos.
- Um vazamento de ar conforme a Norma IEC 1133.

Os compressores de ar deverão ser dimensionados para atender ao consumo nominal de percurso, mesmo com falha em que acarrete em uma degradação de 30% do suprimento de ar.

O tempo máximo de carregamento do sistema do trem, de vazio à pressão máxima de trabalho, deverá ser inferior a 8 minutos.

As válvulas que fazem parte do circuito pneumático, não deverão apresentar ruídos devido ao fluxo de ar.

As válvulas de escape do circuito pneumático deverão ser providas de abafador de ruído.

Deverá ser instalado um horímetro para cada um dos compressores.

12.1 COMANDO E CONTROLE DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

Os compressores deverão funcionar de forma sincronizada. A partida deverá ocorrer quando um dos sensores da tubulação principal detectar pressão mínima de trabalho.

O desligamento dos compressores deverá ocorrer quando o último sensor do encanamento principal do trem atingir a pressão máxima de trabalho.

Deverá ser possível a isolação individual do sincronismo dos compressores.

Deverá haver proteção contra a inversão de rotação do compressor.

O circuito elétrico de comando deverá fornecer sinalização de falhas ao monitor da cabine, através do sistema “Data bus” e possuir sistema de auto diagnose.

Além do comando geral, deverá ser prevista uma chave de 2 (duas) posições (ligado e desligado), localizado no painel de cada compressor.

O circuito de comando da unidade compressora deverá ser submetido a ensaios conforme normas específicas.

12.2 GRUPO MOTOR COMPRESSOR

O compressor deverá ser acionado por motor de indução trifásico,com grau de proteção mínimo IP-55. A alimentação do motor será em 380 V, 60 Hz, alimentado pela fonte de corrente alternada. E protegido contra falta de fase. A classe de isolamento do motor deverá ser H, categoria D segundo as normas específicas.

Os compressores de ar deverão ser do tipo alternativo, com pistão, do tipo “oil free”, de ampla utilização ferroviária ou do tipo parafuso também consagrado para uso metroferroviário.

O compressor deverá ser equipado com válvula de segurança contra sobrepressão.

A instalação do grupo motor compressor deverá ser feita de forma a possibilitar o fácil acesso nas inspeções periódicas de manutenção. A fixação do grupo deverá ser feita através de suspensão resiliente para garantir absorção das vibrações sensíveis à caixa dos carros.

O compressor deverá incorporar resfriadores que garantam uma temperatura máxima de saída do ar de 15° C acima da temperatura ambiente.

O grupo motor-compressor principal deverá atender aos níveis de ruído e vibração, de acordo com as condições descritas nas normas NBR 13067 , NBR 13068 e ISO 2631 respectivamente.

Para o caso de uso de compressor parafuso com óleo lubrificante:

O volume do cárter do compressor deverá permitir o funcionamento do equipamento, sem comprometer sua vida útil, por tempo igual ou múltiplo dos ciclos de manutenção preventiva do trem.

O filtro de ar de admissão do compressor deverá ser dimensionado para ser inspecionado apenas nas manutenções preventivas do trem.

O compressor deverá utilizar óleo lubrificante e filtros obtidos no mercado nacional. A Contratada deverá apresentar uma relação de, no mínimo, 3 (três) fornecedores nacionais destes materiais.

12.3 UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR

A unidade de tratamento de ar deverá isentar o ar comprimido de impurezas e água, reduzindo o nível de umidade relativa do ar para valores inferiores a 35% nos reservatórios, independente do ciclo de trabalho do compressor.

O secador de ar deverá ser de dupla câmara e funcionar por sistema de adsorção com regeneração a frio.

O sistema de secagem/regeneração deverá memorizar a posição do ciclo de funcionamento quando o compressor desligar, prosseguindo no mesmo ciclo quando este voltar a ligar.

Não deverá ser necessária a troca do elemento secante em período inferior a 10.000 h de funcionamento do compressor.

12.4 MOTOR COMPRESSOR AUXILIAR

O motor do compressor deverá ser alimentado em 72 Vcc, com classe de isolação H e grau de proteção IP-55, a vazão efetiva do compressor deverá ser de, no mínimo, 100 l/min, e a pressão de 8 bar.

A Contratada deverá fornecer e instalar os demais componentes do sistema: torneiras; válvula de segurança; válvula de retenção; pressostato; filtros; motor compressor e engate rápido para manômetro; e outros.

O motor da unidade compressora será alimentado pela bateria para acionamento dos pantógrafos e será comandada a partir do console de comando da cabine. Entrará em funcionamento, toda a vez que for acionado o comando para subir o pantógrafo e a pressão no reservatório de ar do pantógrafo for inferior a pressão mínima de trabalho e desligará automaticamente, quando a pressão de ar no reservatório do pantógrafo atingir a pressão máxima de trabalho.

O conjunto deverá proporcionar um tempo de subida do pantógrafo menor ou igual a 5 min, quando inicializado (partindo do reservatório vazio).

Para evitar danos ao compressor auxiliar deverá ser instalado, na linha de ar, entre a saída do compressor e a entrada do reservatório de ar, uma válvula de segurança.

Também poderá ser proposto um compressor auxiliar do tipo Monobloco oil free, alimentado em 72 Vcc.

12.5 RESERVATÓRIOS

Os reservatórios deverão ser dimensionados de forma a garantir o ciclo de trabalho estabelecido para os compressores.

Os reservatórios deverão ser fabricados em aço, com pintura eletrostática ou alumínica na parte interna , com durabilidade tal que permita passar pelos testes hidrostáticos, mesmo decorridos 2.400.000 km de uso, no mínimo.

Os reservatórios, bem como os demais equipamentos do sistema pneumático, deverão atender a plenitude da NR-13.

Os reservatórios deverão possuir purgadores automáticos e bujão para dreno.

12.6 ENCANAMENTO PRINCIPAL

O encanamento principal deverá interligar todos os carros de um trem e garantir a equalização de pressão em todos os reservatórios principais dos carros e, desta forma, garantir que o sistema de ar comprimido permaneça estabilizado, mesmo ocorrendo falha em alguma unidade.

Deverão ser instalados transdutores para informar a pressão existente no encanamento principal ao sistema de controle e ao manômetro do console.

Em cada cabeceira do carro, em local de fácil acesso, deverá haver uma torneira de isolamento do encanamento principal.

Todas as válvulas de operação manual deverão ter identificação de posição normal e isolada.

12.7 ACESSÓRIOS DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

Todos os acessórios montados nos encanamentos, tais como filtros, drenos e outros, sujeitos as inspeções periódicas de manutenção, deverão estar em local de fácil acesso.

Todas as torneiras, quando em posição aberta, deverão ter a haste na posição transversal em relação ao eixo do encanamento.

As torneiras deverão estar localizadas em pontos de fácil acesso, identificadas de forma legível pela função, pela nomenclatura utilizada nos esquemas pneumáticos e pela posição (normal e isolada) e montadas de forma que na sua operação estejam livres de interferência.

Todos os circuitos pneumáticos e equipamentos alimentados pelo encanamento principal deverão ter torneiras de isolamento.

13 ACOPLAMENTO E LIGAÇÃO ENTRE CARROS

13.1 ENGATES

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Acoplamento e Ligação entre Carros do Trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

Todos os carros de extremidade deverão ter engates automáticos compatível mecânica, pneumática e eletricamente com o modelo “Scharfenberg” tipo 10, instalados com altura de 990 mm entre o centro do engate e o topo do boleto do trilho.

Os engates automáticos deverão permitir o acoplamento mecânico, pneumático, elétrico e de sinais eletrônicos dos sistemas por simples encosto entre trens.

O desacoplamento deverá ser feito de duas maneiras, manualmente através de um mecanismo localizado no próprio engate e pneumaticamente através do acionamento de um dispositivo disponível na cabine.

A porção elétrica deverá ser dimensionada para trabalhar nas condições de vibração e choque no local de instalação, e protegida contra a entrada de água da chuva e de lavagem mecanizada, tanto em uso quanto recolhido, atendendo a classificação de índice de proteção - IP68.

Os engates deverão possuir um dispositivo de confirmação de engate mecânico que sinalize na cabine de comando a situação do engate mecânico dos trens.

Deverá ser possível o reboque de trem com trem operacional da mesma série, trem de outra série, locomotiva ou locotrator em situações emergenciais.

A cabeça de engate deve ser conectada ao sistema amortecedor através de abraçadeira para propiciar a fácil e rápida remoção/instalação da cabeça.

Os engates do trem deverão ser providos de um aparelho de choque e tração que absorva toda energia gerada na tração, frenagem, choques de acoplamento entre trens a velocidade de até 15 km/h, transmitindo os esforços às caixas dos carros através de elementos resilientes, sem ocasionar deformações permanentes.

O sistema de engates deverá ser dotado de fusível mecânico para prevenir danos à estrutura da caixa em caso de choques. Um indicador visual deverá indicar se o sistema de absorção de energia foi usado em sua capacidade total.

Deverá ser previsto um dispositivo de centralização do engate para facilitar o acoplamento.

O engate automático deverá conter uma porção elétrica, a qual deve ser acoplada por acionamento pneumático após o acoplamento mecânico ter sido finalizado, bem como deve desacoplar antes do desacoplamento mecânico ter sido iniciado.

A porção elétrica deve ser equipada com uma tampa automática que se abre antes do acoplamento elétrico e se fecha durante o desacoplamento elétrico.

A classe de proteção mínima para as porções elétricas deve ser IP-54, tanto para a condição acoplada ou desacoplada. Deverá ser possível remover os contatos sem necessidade de desmontar a porção elétrica. No bloco de contatos deverá haver pelo menos 20% de contatos livres para futuras utilizações.

A cabine de condução do trem deverá possuir um dispositivo manual para impedir a operação de acoplamento elétrico quando esta não for possível ou permitida (somente acoplamento mecânico e pneumático com outro engate que não haja compatibilidade da porção elétrica).

Para acoplamento entre carros, deverá ser utilizado um engate semi permanente, dotado de equipamento de absorção de energia (do tipo gás hidráulico) semelhante ao usado na cabeça de engate, dispositivo fusível e junção flangeada.

O acoplamento e desacoplamento dos engates semi permanentes entre os carros deverá ser executado manualmente.

Deverão ser fornecidos adaptadores de engate (2 por trem) que permitam o acoplamento mecânico e pneumático com as locomotivas, trem de outra série, locomotiva ou locotrator e trens da frota atual, existentes na TRENSURB.

Os adaptadores de engate deverão ser alojados em dispositivos e locais apropriados, fora da cabine do trem, sob o estrado e próximo às cabeceiras das cabines. Os dispositivos deverão permitir fácil manipulação dos adaptadores de engates que deverão permanecer fixados nos adaptadores e travados através de fechadura padrão operação TRENSURB.

Ensaios:

- desempenho do acoplamento com trem carregado (tipo);
- acoplamento entre trens (tipo);
- desempenho da porção elétrica (tipo);
- acoplamento com veículo auxiliar de manobra (tipo);

- acoplamento com trem Série 100 da TRENSURB.

13.2 CONEXÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO

A conexão entre carros deverá ser executada por cabos e conectores que suportem as vibrações e balanço do carro e possuam proteção IP 67.

Os conectores deverão ter bloqueio mecânico, de forma a evitar qualquer possibilidade de erro na operação de conexão. Os conectores dos cabos entre carros deverão ser instalados sob o estrado dos carros.

Deverá ser prevista uma reserva de, pelo menos, 20% de condutores e pinos dos conectores nos cabos Jumper.

Na cabeceira traseira (cabeceira 2) dos carros de extremidade, deverá haver duplicidade de conexão para manter a simetria.

As extremidades dos conectores que ficarem sem conexão permanente deverão ser convenientemente protegidas por tampas.

A conexão entre carros dos cabos de bateria deverá ser feita por terminais com parafusos.

Os pinos dos conectores com alimentação de bateria não deverão estar localizados próximos aos dos comandos.

13.3 CONEXÃO ELÉTRICA DE POTÊNCIA ENTRE CARROS.

Os carros deverão ser interligados com um cabo, de forma que todos estejam sempre no mesmo potencial elétrico.

Na cabeceira traseira (cabeceira 2) dos carros de extremidade, deverão permitir a conexão de forma simétrica.

O carro intermediário deverá ter um terminal para a conexão elétrica de potência em cada cabeceira.

A conexão desses cabos aos carros deverá ser efetuada, normalmente, por parafusos e protegida por tampas isolantes, sem a aplicação de isolantes adesivos.

No cabo da conexão de potência deverá haver, se necessário, resistor de equalização.

O cabo de aterramento, entre caixas, deverá ter o mesmo dimensionamento do cabo da conexão de potência entre carros.

13.4 CONEXÃO ELÉTRICA DO SISTEMA "DATA-BUS"

Os cabos deverão ser de alta flexibilidade para suportar as condições de trabalho na região dos engates entre carros.

Os conectores deverão ser robustos com bloqueio mecânico, para evitar erros de conexão e deverão possuir travas e lacres, para evitar desconexão por vibração e ter uma proteção IP 67.

Os pinos e/ou receptáculos para contatos elétricos deverão ser fabricados em ligas de cobre com proteção superficial em ouro.

Deverá ser prevista uma linha reserva de "Data-bus" e de pinos nos conectores.

13.5 CONEXÃO ELÉTRICA INTERCOMPOSIÇÕES

A conexão elétrica entre composições deverá ser feita através do engate automático com porção elétrica, inclusive para os sinais de comunicação.

14 SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES DO TREM – SCT

14.1 DESCRIÇÃO GERAL

O Sistema de Comunicações do Trem – SCT tem como funções principais dar suporte às comunicações de voz, dados e imagens para a perfeita operação, manutenção e administração do sistema metroferroviário aumentando os níveis de segurança, agilizando o atendimento em situações de emergência e otimizando o desempenho operacional. O SCT é composto pelos subsistemas de:

- Multimídia (MMD);
- Intercomunicação (INT);
- Radiocomunicação (RAD);
- Vídeo monitoração (VMO).
- Sistemas Auxiliares;

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Comunicações do Trem – SCT, mesmo aqueles não explicitados, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas e de acordo com os requisitos desta ET.

14.2 REQUISITOS BÁSICOS DO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DO TREM – SCT

14.2.1 Informações Gerais

O SCT deverá, no mínimo, atender as seguintes características:

- possuir recursos e facilidades operacionais para que as funções automatizadas possam também ser executadas por operadores;
- possuir recursos que possibilitem a continuidade da operação em casos de degradação do sistema;
- todos os itens do SCT que exigirem redundância devem pos-

suir mecanismos de transferência automática em tempo real ("hot-stand by"), sem que a comutação entre os canais ou equipamentos afetem os requisitos de desempenho especificados nesta ET;

- ser desenvolvido de maneira a permitir a reconfiguração automática, quando da ocorrência de degradações, ou em função de necessidades operacionais, desde que mantidas as condições de segurança;
- a iniciação ou reiniciação do SCT deve ser automática, simples, segura e realizada em tempo inferior a 1 (um) minuto;
- ser concebido com características de modularidade, permitindo a inserção de módulos sem a necessidade de desligar ou reconfigurar os equipamentos;
- possuir interface para possibilitar gerenciamento de falhas, operação e manutenção remota, tais como: diagnóstico remoto; isolamento de falhas; reinicialização do sistema; telecarregamento de aplicativos; entre outros, de forma a viabilizar a manutenção preditiva, corretiva e preventiva a partir do Sistema de Manutenção;
- possuir protocolos de comunicação abertos para a troca de dados entre os dispositivos leitores, controladores, servidores e IHM;
- possuir recursos para garantir a total interoperabilidade entre os seus subsistemas, e do SCT com os outros sistemas do trem;
- estar sincronizado com a base horária difundida pelo CCO;
- possibilitar a substituição dos equipamentos fornecidos originalmente, por equipamentos de outros fabricantes, sem perder o atendimento aos requisitos de desempenho e de funcionalidades descritas nesta ET;
- dispor, de acordo com a complexidade do equipamento, de ferramentas para auto diagnose ou testes que auxiliem no seu reparo;
- realizar rotinas de testes por comandos em dispositivos de teste, devendo ser exercitadas todas as funções básicas do sistema;
- possuir rotinas de auto teste e no caso de eventos de falha, estes deverão ser armazenados para consulta posterior.
- possuir mecanismo que garanta a integridade e proteção da

base de dados e programação, em caso de falha de equipamento ou ações de erro operacional e vandalismo;

Todos os subsistemas deverão ser interligados via rede de maneira a permitir a troca de informações entre eles.

Esta rede deverá ter as seguintes características e funcionalidades:

- deverá ser uma rede de comutação de pacotes do tipo industrial, que atenda as normas relativas a equipamentos embarcados. O padrão de rede adotado para a comunicação entre os diferentes pontos deve ter desempenho suficiente para atender os requisitos técnicos e funcionais especificados nesta ET.
- deverá integrar-se aos demais sistemas do trem e com as redes existentes no trem, permitindo a comunicação com:
  - sistema de abertura e fechamento de portas;
  - sistema de detecção de incêndio;
  - sensores no trem;
  - sistema de sinalização;
  - sistema de Intercomunicação;
  - sistema de Radiocomunicação,
  - sistema de Sonorização;
  - sistema de Vídeo Monitoração;
  - sistema de Displays;
  - sistema de Telemetria;
  - sistema de Painéis Anunciadores;
  - sistema de Indicador de Destino entre outros.
- a rede deverá permitir a comunicação síncrona entre os módulos, equipamentos e sistemas que a utilizem, desta maneira, as informações veiculadas em todos os carros do trem por meio desta rede também deverão ser apresentadas de forma síncrona;
- permitir o tráfego de arquivos de programação e conteúdo das mensagens audiovisuais além do ajuste de relógio e do calendário.
- Considerando as características de visibilidade e modos de apresentação e operação dos monitores de bordo Touch Screen a serem fornecidos, bem como as características ambi-

entais onde serão implementados, nas especificações deverão ser considerados características tais como: requisitos de vibração e temperatura; luminosidade da tela; robustez e números de operações de digitações na tela; modo de fixação; ângulo de visualização; modo de apresentação das mensagens ou imagens.

- E estabelecer o padrão horário de todos os equipamentos do Trem e deverá ser sincronizado e ajustado a partir dos relógios internos de tempo real através de uma conexão do tipo "wireless" á rede ethernet externa;

14.2.2. Alarmes, Falhas e Diagnósticos:

A visualização de mensagens de alarme, para eventos que requeiram atenção especial do operador, deverá ser apresentada com data e horário de ocorrência, e distinção de cores para diferentes classes e situações de alarmes, bem como seguido de um sinal sonoro, com possibilidade de desabilitação, de maneira que exija o reconhecimento do evento pelo operador.

Além dos alarmes propriamente ditos, serão sinalizados e tratados como alarme quaisquer mudanças de estado de qualquer equipamento que não tenha sido resultante de solicitações de comando por parte das Estações de Trabalho.

Na(s) tela(s) operacional(is) deverá haver um número de linhas selecionáveis, destinadas à apresentação de mensagens de alarme.

Deverá ser exibida uma mensagem na linha de alarmes da tela que estiver sendo apresentada, mesmo que o equipamento em questão não faça parte da mesma, para cada evento ocorrido, tais como:

- mudança de estado de equipamento;
- falha de comunicação;
- falha de equipamento;
- alarmes e diagnósticos;
- comando do operador e
- comando não executado,

A mensagem deverá conter a hora do evento, a estação e a sigla do equipamento, acompanhada de uma descrição do equipamento e do evento ocorrido,

Caso o operador deseje verificar os últimos alarmes ocorridos, poderá chamar uma tela de alarmes contendo, no mínimo, e de maneira parametrizável, as 20 (vinte) últimas mensagens de alarme registradas.

A Contratada poderá sugerir, para a apresentação dos alarmes, uma solução diferente da anteriormente descrita, a qual será submetida a apreciação da TRENSURB, podendo a mesma vir a ser redefinida durante o desenvolvimento do projeto.

Deverão ser previstas funções em que os alarmes sejam mostrados por sistemas e por intervalo de tempo.

Para difusão de avisos sonoros que envolvem horários, como por exemplo, a função de recolhimento de trens, deverá utilizar as informações da grade horária baseada:

- programação horária dos trens utilizada pelo CCO em dias úteis, sábados, domingos, feriados e eventos especiais;
- a atualização da programação horária deverá ser baseada no Sistema de Grade Horária da TRENSURB, banco de dados e exportada em formato para utilização nos trens e estações.

A Contratada deverá ainda providenciar todos os registros e projetos necessários para a obtenção de frequências de operação junto a Anatel, sendo também de sua responsabilidade arcar com todas as despesas decorrentes do pagamento das taxas referente ao Fistel, tais como TFI - Taxa de Fiscalização de Instalação, TFF - Taxa de Fiscalização de Funcionamento e PPDUR – Preço Público referente ao Direito de Utilização de Radiofrequência, e demais emolumentos necessários para o legalização de todos os sites “wireless” previstos nesta ET.

14.2.2.1 Multimídia – MMD

Principais Funções:

Poderão ser transmitidos programas audio-visuais, imagens e vídeos de informações orientativas, institucionais e publicitárias.

O sistema de multimídia aos passageiros deve conter funcionalidades mínimas como:

- Armazenamento de vídeo e áudio.
- Geração de imagens carregadas a partir de uma conexão “Ethernet” conectada a um computador;

- Geração de imagens deverão ser carregadas a partir de uma conexão sem fio, partindo de locais externos ao trem (CCO, estações, bases de manutenção e pátios), conforme item “Informações Gerais” do SCT.

- Capacidade de carga remota de imagens a partir da conexão sem fio, a partindo de locais externos ao trem (CCO, estações, bases de manutenção e pátios), conforme item “Informações Gerais” do SCT.

Características do Sistema

A concepção do projeto deverá ser na forma de sistema integrado, ou seja, deverá haver perfeita compatibilidade entre os diversos sistemas conectados a rede TCP/IP do trem que deverá ser CAT6.

O sistema previsto deverá ser totalmente digital e de ultima geração, toda comunicação, inclusive monitores, deverá ser através da rede TCP/IP do trem.

O projeto deverá ser concebido com um servidor de vídeo com capacidade superior a 20% da necessidade para gravação de todas as câmeras (Câmeras estas com no mínimo 4 CIF’s e 4Mbits) e alarmes num período de 15 dias por trem a fim de se obter um alto índice de confiabilidade e reduzido número de componentes para facilitar as equipes de manutenção.

Deverão ser previstos por carro 8 monitores IP de 17”, de LCD wide screen, com ângulo de visão superior a 170º na horizontal e 170º na vertical e tela de matriz ativa, deverão estar conectados a rede do carro e dispostos de modo a não interferir com a disposição dos bagageiros e a movimentação dos passageiros.

Todos os discos deverão ser montados dentro do servidor de vídeo e deverão ter seu projeto de fixação preparado para suportar as vibrações próprias da operação ferroviária.

Deverá ser fornecido juntamente com o sistema, software de manutenção, configuração e carregamento de imagens via “notebook” com conexão “Ethernet”. e conexão sem fio, a partir de locais externos ao

trem (CCO, estações, bases de manutenção, via e pátios), conforme item “Informações Gerais” do SCT.

O sistema previsto deverá suportar carregamento de vídeo nos formatos de DVD, ou seja MPEG2 e MPEG4. Os formatos de vídeo deverão ser compatíveis com existente na Trensurb em operação nas estações e CCO.

Mensagens Digitalizadas Pré-Gravadas (MDPG)

A funcionalidade de Mensagens Digitalizadas Pré-Gravadas (MDPG) deverá permitir:

- Geração de mensagens sonoras (voz), músicas (faixa de áudio) emitidas para todos os carros do trem a partir da posição geográfica ao longo da via deverá reconhecer a estação e pontos estratégicos para emissão automática de mensagens audiovisuais institucionais e informativas, acionada através de dispositivo de localização baseado em tecnologia de GPS (Global Positioning System), Circuito de Via (CDV), Transponder ou outro que atenda a precisão desejada de até 20 metros no trecho localizado entre as estações de passageiros. Quando da execução do projeto executivo, a localização deverá ser analisada com base em levantamentos de leitura realizadas junto a via;

Deverá ser possível efetuar o carregamento destes arquivos de programação no MMD utilizando:

- dispositivos do tipo “Pen-Drive” plugados em portas de comunicação USB, previstas no SCT;
- notebook, netbook, tablet ou similar conectado às mesmas portas de comunicação USB mencionadas no item anterior;
- a Rede do Trem, que interligará os sistemas de comunicações do trem;

- Via conexão sem fio, a partir de locais externos ao trem (CCO, estações, bases de manutenção e pátios), conforme item “Informações Gerais” do SCT.

As portas USB somente serão liberadas para acesso através de senhas de administradores.

Indicador de Destino Frontal

Este painel, indicador de destino, deverá ser posicionado na parte superior do para-brisa, pelo lado interno da cabine e deverá ter dimensões e características que possibilitem a visualização das informações a, no mínimo, 50 metros da plataforma da estação

Indicador de Destino Lateral

Em cada lateral de cada carro deverá ser instalado um painel digital que terá a função de apresentar o destino do Trem.

Este painel, indicador de destino, deverá ser posicionado pelo lado externo do carro e deverá ter dimensões e características que possibilitem a visualização das informações a partir da plataforma da estação.

O indicador de destino deverá ter interface com a rede do trem de maneira a possibilitar comandos e visualizações de suas funções, com funcionalidade similar ao Indicador de Destino Frontal.

Deverá ser prevista, também, a possibilidade de selecionar o destino do trem manualmente, por meio de dispositivo instalado em local de fácil acesso ao operador.

A localização do Indicador de Destino Lateral, externo ao trem, deverá ser proposta pela Contratada e deverá ser aprovado pela TRENSURB durante a fase de projeto, utilizando os espaços do indicador atual, com as suas devidas adequações.

Painel Mapa de Linha Dinâmico

Dispositivo instalado na região das portas, 4 por carro, sendo 2 de cada lado em portas intercaladas, com as seguintes funções:

- mostrar o mapa da linha em que o trem está operando;
- indicar a próxima estação em que o trem deverá parar;
- informar o lado de abertura das portas e seu estado operacional;
- ter interface com a rede do trem;
- ter proteção antivandalismo;

permitir comandos e visualizações das suas funções a partir de locais externos ao trem tais como, centros de controle, estações e pátios ou a partir de locais internos ao trem tais como, cabine de comando, rede e do próprio equipamento.

O modelo adotado deverá possuir fácil intercambiabilidade.

Deverá ser apresentado um protótipo que será submetido a aprovação da TRENSURB na fase de projeto.

Display Dinâmico

Dispositivo instalado nas extremidades interna de cada carro, 2 por carro com as seguintes funções:

- indicar a próxima estação em que o trem deverá parar;
- apresentar mensagens institucionais;
- ter interface com a rede do trem;
- apresentar informações de data, hora, minuto e segundo;
- sistema integrado aos demais sistemas de comunicação e Mul-timídia;
- as dimensões deverão ser adequadas as normas mencionadas neste documento, principalmente em relação a Acessibilidade
- ter proteção antivandalismo;

- permitir comandos e visualizações das suas funções a partir de locais externos ao trem tais como, centros de controle, estações e pátios ou a partir de locais internos ao trem tais como, cabine de comando, rede e do próprio equipamento.

O modelo adotado deverá possuir fácil intercambiabilidade.

Deverá ser apresentado um protótipo que será submetido a aprovação da TRENSURB na fase de projeto.

14.2.2.2 Intercomunicação – INT

Este subsistema, composto de dispositivos chamados “intercomunicadores de emergência”, deverão ser concebidos de forma sólida e robusta, prevendo vandalismos e protegidos por lacre, deverá permitir a comunicação entre um usuário de qualquer carro com o operador do trem ou com operador do CCO.

Em caso de necessidade, o usuário ao acionar um dos intercomunicadores instalados no carro fará soar um sinal sonoro e apresentar uma indicação visual na cabine do trem que, ao ser reconhecido pelo operador, estabelecerá a comunicação. Caso o operador esteja ausente da cabine, a comunicação deverá ser transferida ao CCO.

A comunicação deverá ser bidirecional e só o operador deverá teclar para falar. O usuário, uma vez estabelecida a comunicação, não deverá executar mais nenhum comando, apenas falar.

O intercomunicador do carro deverá permitir que a comunicação entre o operador e o usuário seja exclusiva. Durante esta comunicação, qualquer mensagem de áudio que estiver sendo emitida naquele carro deverá ser suspensa, todos os outros intercomunicadores do trem deverão ser inibidos e sinalizados como “ocupado”. O operador deverá visualizar, na cabine, a imagem da câmera mais próxima ao intercomunicador acionado.

Caberá ao operador encerrar a comunicação sendo que, a partir deste momento, todos os intercomunicadores do trem deverão estar liberados para uma nova chamada.

O INT também deverá permitir a comunicação entre os operadores localizados nas cabines líder e oposta do trem. Durante esta comunicação, todos os intercomunicadores do trem deverão ser inibidos e sinalizados como “ocupado”.

Nos procedimentos anteriores o operador deverá utilizar nas comunicações o microfone e o alto falante monitor, instalados no console do trem.

Qualquer comunicação do CCO com o operador deverá ter prioridade sobre a comunicação via intercomunicador. Em caso de sobreposição, a comunicação via intercomunicador deverá ser atenuada mas não eliminada.

As comunicações (dados contemplando o áudio, a data, a hora, minuto, segundo e outras informações pertinentes) realizadas por meio do INT deverão ser registradas e gravadas, no trem, em equipamento denominado "caixa preta".

Os equipamentos do INT deverão estar preparados para utilizar a tecnologia VoIP – Voz sobre Protocolo da Internet. Os intercomunicadores deverão ser tratados como ramais VoIP do Sistema de Comunicações Fixas - SCF da TRENSURB, que será escopo de outro fornecimento.

14.2.2.3 SISTEMA DE RADIOCOMUNICAÇÃO (RAD)

CONSIDERAÇÕES ESPECIAIS

A Contratada deverá fornecer os equipamentos de sistema de radiocomunicação, incluindo projeto de instalação, integração com demais sistemas e testes, bem como o fornecimento de treinamento, manuais de operação e manutenção em papel e mídia (todos em português do Brasil com tradução técnica) com seus diagramas construtivos, softwares, cabos de programação e demais acessórios necessários para a devida manutenção e operação.

Os equipamentos deverão ser fabricados considerando o uso em aplicações metroferroviárias. Os componentes eletrônicos a serem utilizados deverão ser de aplicação industrial e militar, obedecendo no mínimo as normas NBR 8365 e IEC 60571, com características de a-

limentação elétrica provida pelo Trem, sujeitas a surtos de tensão e ruídos elétricos (“spikes”) e a choques e vibrações característicos neste tipo de utilização. Os equipamentos deverão ser projetados para trabalhar de -30ºC à 70ºC, com grau de umidade de até 95%.

Todos os conectores e antenas deverão ser do tipo ferroviário.

Os conectores dos rádios deverão ser do tipo de encaixe com contatos dourados (com camada superficial de ouro) e proteção contra esforços mecânicos dos pinos, para evitar mau contato.

Todos os conectores deverão incluir elemento anti tração, para evitar a transmissão de esforços aos contatos elétricos.

No caso de se usar vários conectores similares, os mesmos deverão ser codificados de forma que impeça a equipe de manutenção de conectar de forma incorreta os equipamentos.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Os equipamentos de radiocomunicação do Trem terão como finalidade:

Permitir a radiocomunicação entre o CCO e operador das cabines do Trem na Faixa de rádio ferroviário nas frequências “Emergência”, “OP1” e “Pátio” (Especificações TRENSURB – ANEXO A);

Permitir radiocomunicação do CCO com os passageiros;

Permitir radiocomunicação dos passageiros com o CCO;

Deverá haver um módulo de comando de radiocomunicação instalado no console de cada cabine do Trem. A partir deste módulo deverão ser efetuados todos os comandos, sinalizações e transmissões de áudio, tanto da Sonorização quanto do intercomunicador, e de radiocomunicação. Deverá existir também um sonofletor monitor instalado em cada cabine.

O módulo de comando de radiocomunicação deverá ter os submódulos, placas e circuitos estritamente necessários à operação do subsistema. Todos os demais equipamentos (amplificadores, transceptores,

conversores DC/DC, fontes e outros) deverão ser instalados em armário específico para esta finalidade.

O Subsistema de Radiocomunicação no Trem deverá ser constituído, basicamente, de 2 conjuntos, um por cabine de Trem, compostos de rádio-transceptor, conversores DC/DC, antena ferroviária e cabos coaxiais, de comando, de áudio e de alimentação. Este sistema deverá atender às características do sistema de Radiocomunicação descritas no ANEXO A - Especificações de Rádio (RAD).

O módulo de comando de radiocomunicação da cabine comandará o rádio do Trem, sendo que, no caso de falha deste, deverá permitir a operação do rádio da cabine oposta.

Deverá possuir porta integrada ao sistema “Data Bus” e “Ethernet” para conexão em rede com outros equipamentos do Trem.

Todo o sistema deverá ser configurável a partir do terminal de cabine do Trem.

Será responsabilidade da Contratada a compatibilização entre os diversos subsistemas no sentido de se obter adequada locação dos espaços, perfeita ergonomia, eliminação de interferências mecânicas, eletromagnéticas, entre outros.

FUNÇÃO OPERACIONAL

O sistema deverá ter as seguintes funções:

Operacionalização do Subsistema de Radiocomunicação para comunicação bidirecional do operador com o CCO;

Emissão pelo CCO de avisos aos passageiros no interior dos salões, através do Subsistema de radiocomunicação.

CONDIÇÕES DA ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Os equipamentos do sistema de radiocomunicação a ser fornecido deverão trabalhar com a tensão nominal da bateria, dentro de suas tolerâncias.

Todos os equipamentos do sistema deverão estar protegidos contra inversão de polaridade de tensão de alimentação.

14.2.2.4 Vídeo Monitoração – VMO

DESCRIÇÃO GERAL

Deverão ser instaladas câmeras de vídeo em posições a serem definidas pela TRENSURB durante a fase de projeto, com a finalidade de auxiliar os serviços de segurança patrimonial e operacional. O monitoramento deverá ser feito na cabine de condução, através de um terminal de vídeo. Para os equipamentos, principalmente câmera e monitor, deverão ser instalados dispositivos de proteção contra umidade, poeira, temperatura elevada e antivandalismo.

Deverá ser instalado dispositivo de registro com capacidade de no mínimo 15 (quinze) dias considerando-se um mínimo de 25 quadros por segundo.

O sistema de Vídeo Monitoração deverá se integrar perfeitamente aos sistemas embarcados Sistema de Data Bus, Gestor de Comunicações, via rede “Ethernet” embarcada e outros.

O sistema de Vídeo Monitoração deverá ser capaz de transmitir através de rede sem fio, em modo multicast conforme item “Informações Gerais” do SCT, pelo menos 4 câmeras embarcadas por trem simultaneamente em tempo real para o CCO a uma resolução de 30 quadros por segundo em padrão NTSC, com qualidade CIF na quantização Q1

Todos esses sistemas devem ser concebidos no conceito de sistema integrado, com possibilidade durante o projeto de estabelecimento de alarmes e situações como por exemplo:

Em situação de bloqueio de porta, a imagem da câmera mais próxima deverá ser selecionada automaticamente para o operador com possibilidade de envio da imagem também ao CCO.

Em situação de acionamento de botão de emergência, a imagem da câmera mais próxima deverá ser selecionada automaticamente para o operador, o canal de comunicação passageiro-operador deverá ser

aberto, e deverá também ser prevista a possibilidade de envio da imagem dessa câmera para o CCO.

Em situação de acionamento do intercomunicador de emergência, a imagem da câmera mais próxima deverá ser selecionada automaticamente para o operador, o canal de comunicação passageiro-operador deverá ser aberto, e deverá também ser prevista a possibilidade de envio da imagem dessa câmera para o CCO.

Em quaisquer outras situações de alarmes no salão de passageiros, a imagem da câmera mais próxima deverá ser selecionada automaticamente para o operador, o canal de comunicação passageiro-operador deverá ser aberto, e deverá também ser prevista a possibilidade de envio da imagem dessa câmera para o CCO.

Todos os componentes e subconjuntos utilizados na construção dos equipamentos deverão ser projetados e construídos especificamente para serviços pesados, do Tipo Ferroviário.

DESCRIÇÃO BÁSICA DO FORNECIMENTO

O sistema a ser instalado no Trem deverá ser composto de:

- 4 câmeras por carro instaladas no salão de passageiros (sendo 1 delas de Infra Vermelho);
- 2 câmeras tipo grande angular externa (1 câmera por cabine com visão para a via);
- 2 câmeras Infra Vermelho nas cabines (1 câmera por cabine com visão interna da cabine);
- 2 câmeras Infra Vermelho na parte externa do primeiro e do último carro, o que permite visualizar o deslocamento do trem, controle externo e movimentação de usuários nas portas inclusive na plataforma da estação.
- nas cabines (2 câmeras por cabine) com visão interna da cabine);cabeceiras da composição),
- 1 central de gravação e distribuição de imagens;

- 1 monitor em cada cabine para visualização das imagens;
- 1 registrador de vídeo/som por Trem (Caixa Preta);
- 1 equipamento de comunicação “wireless” por Carro Motor Trem para intercâmbio de dados com a Oficina de Manutenção.

Transmissão das Imagens externa ao TREM:

Caso a Comunicação via “wireless” nos Trens ao longo de toda a via e Pátios em relação ao CCO/Estações/Pátios, conforme item 17, não seja implantado quando da contratação dos trens, caberá a Contratada a implantação o fornecimento de dispositivos “wireless” nos trens e pátio, que será ativado quando da chegada dos trens no pátio central da Trensurb. Estas informações automaticamente serão transferidas ao switch concentrador mais próximo do estacionamento do trens que irá possibilitar a transmissão de dados através de portas Gigabit, através de VLANs aos equipamentos servidores de CFTV na sala de equipamentos do CCO.

Este sistema centralizará todas as imagens provenientes das câmeras de vídeo instaladas nos Trens, e através do Sistema já implantado , disponibilizando-as em um Posto de Controle e Supervisão localizado no Centro de Controle Operacional (CCO) e Sala de Segurança.

Do ponto de vista da arquitetura, o Sistema de Centralização das Imagens está dividido em dois grandes Subsistemas:

- Subsistema de Aquisição de Imagens – esse subsistema tem a função de captar as imagens dos trens monitorados e enviá-las para o Centro de Controle para serem gravadas e apresentadas.
- Subsistema de Visualização, Processamento e Armazenamento das Imagens – esse subsistema terá a função de coletar as imagens geradas pelas câmeras, processá-las para serem apresentadas no Centro de Controle e na Sala de Supervisão de Segurança bem como armazená-las no Servidor de Gravação de Imagem da sala de equipamentos do CCO.

14.3 REQUISITO TÉCNICO ESPECÍFICO

14.3.1 Manutenção e confiabilidade do sistema

Todos os sistemas fornecidos deverão ser previamente aprovados e homologados, comprovados através de testes de homologação específicos e/ou certificados de testes emitidos por órgãos homologadores habilitados.

Todas as conexões elétricas do SCT devem obedecer a uma padronização, com o intuito de facilitar a montagem, documentação e manutenção dos mesmos.

Por ser de operação automática, com baixa intervenção do operador, e por não existirem partes móveis, os equipamentos e módulos deste sistema deverão possuir um MTBF de, pelo menos, 50.000 horas, conforme norma MIL-HDBK-217. Para os equipamentos abaixo valem os seguintes MTBFs:

- Computadores e respectivos periféricos .....15.000 horas;
- Switches da rede do trem .....40.000 horas;
- Demais equipamentos do SCT .....25.000 horas;
- Monitores LED .....16.000 horas.

Nenhum módulo (fontes, baterias, interfaces, CPU e outros), de qualquer equipamento do SCT, deve apresentar tempo médio para ocorrência de falha – MTTF menor que 10.000 horas e MTTR maior que 30 minutos.

14.3.2 Cabeamento no trem

O cabeamento dos sistemas de comunicações no trem deve ser imune a interferências eletromagnéticas (EMI).

O cabeamento deve utilizar cabos industriais, livres de halogênio, com conectores de passagem entre carros com proteção IP67. A instalação deverá obedecer os parâmetros estipulados nas normas de cabeamento para aplicações ferroviárias.

Os cabos utilizados na rede do SCT devem ser compatíveis com as

características da rede a ser fornecida, obedecendo as normas ANSI/EIA/TIA 568-B1, 568-B2 e 568-B3, ou de qualidade comprovadamente superior.

14.3.3 Requisitos Técnicos do SCT

É de responsabilidade da Contratada do SCT o desenvolvimento e implementação dos softwares de comunicação com as redes do trem.

Os equipamentos do SCT devem ser compatíveis com os padrões de mercado de redes de comunicação baseados em Ethernet.

É de responsabilidade da Contratada do SCT a conexão dos equipamentos aos pontos de rede.

Deverão ser especificados, quantificados e fornecidos todos os acessórios e demais equipamentos necessários ao perfeito funcionamento do sistema.

14.3.3.1 Requisitos técnicos do Subsistema de Multimídia - MMD

O subsistema de Multimídia - MMD a ser instalado no trem deverá apresentar características iguais ou melhores das relacionadas a seguir.

Deverá ser totalmente modular, utilizando-se para as placas eletrônicas o sistema de racks encaixáveis com o intuito de facilitar a manutenção do mesmo. As conexões dos racks devem estar localizadas na parte traseira do mesmo, também deverá ser previsto um sistema de trava mecânica nos cartões que evitem a montagem incorreta.

Sendo um sistema modular, também deve ser de fácil expansão no futuro, caso necessite-se aumentar o numero de câmeras nos carros.

O sistema deverá ser construído com isolamento galvânico e proteções em todos os sinais que entram e saem do sistema, principalmente nas entradas e saídas de vídeo e áudio.

Deverá ser previsto isolamento galvânico entre as câmeras de vídeo e a central de gravação.

A fonte de alimentação deverá possuir isolação galvânica.

Todo o sistema deverá ser fornecido com suportes antivibrações apropriados para o serviço ferroviário (Categoria 1 Classe B para vibrações de acordo com a Norma IEC 61373).

A alimentação do sistema deve ser feita a partir da bateria dos trens.

O grau de proteção da envolvente na parte visível pelo usuário dos equipamentos instalados não poderá ser inferior a IP20.

A rigidez dielétrica dos equipamentos deve suportar 1.000 Vef 60 hz durante 1 minuto aplicados entre o chassis e os bornes dos conectores segundo a Norma EN50155.

O nível de isolamento entre o chassis e os bornes dos conectores dos equipamentos deverá ser maior de 20 Mohms a 500 V segundo a Norma EN50155.

Todos os equipamentos devem cumprir com os requisitos EMC, temperatura e condições elétricas de serviço especificados no item 3 da Norma EN50155 e de acordo aos ensaios referidos no item 10 da mesma Norma. Categoria T2, exceto os dispositivos comerciais como disco rígido, câmeras e monitores.

Os materiais de construção dos equipamentos do sistema devem cumprir as exigências das normas NFF 16101 e NFF 16102 grau A1 no referente à resistência ao fogo e emissão de fumaça (trens para serviços em túneis).

As câmeras deverão ser instaladas de modo dissimulado para evitar atos de vandalismo.

A Inteligibilidade deverá ser de 95%, comprovada com a apresentação de Memorial de Cálculo. A sistemática de aferição dos valores deverá ser proposta no Procedimento de Testes de Aceitação em Campo, que será submetido à análise e aprovação da TRENSURB;

O MMD deverá ser capaz de apresentar, em qualquer sonofletor, resposta em frequência uniforme na faixa de 200 a 8.000 Hz, com variação aceitável de ± 3dB, sendo permitida uma queda não superior a 6 dB por oitava abaixo de 200 Hz e acima de 8.000 Hz; tanto no Salão de Passageiros quanto na Cabina do operador

Operando em condições de máxima potência, sem qualquer tipo de som incidente sobre o microfone, o MMD não deverá irradiar qualquer tipo de som, ruído ou zumbido audível acima de 50 dBA,;

Operando em condições de máxima potência, a Distorção Eletroacústica Total(DET) não deverá ser superior a 5%, medida em qualquer um dos sonofletores do sistema;

O controle dinâmico e automático do MMD deve impor um nível de pressão sonora (NPS) 10 dB acima do ruído ambiente, tanto nos carros de passageiros quanto nas cabines do trem;

O Nível de Pressão Sonora (NPS) máximo do MMD está limitado a 105 dBA;

As variações do NPS no colchão acústico das áreas sonorizadas do

trem não devem exceder a 6 dB;

A entrada auxiliar a ser utilizada por uma fonte de programa externo deverá ser isolada e balanceada, com nível 0 dBm e impedância 600 ohms;

No sentido de manter o nível de pressão sonora acima do ruído ambiente, o sistema deverá ter recurso de controle automático de ganho (CAG).

O gongo eletrônico que precederá as mensagens deverá ter frequências e duração definidas no detalhamento do projeto;

Nota: para emissão de mensagens "ao vivo", deverá existir indicação para informar ao operador que o gongo cessou e que a locução poderá ser iniciada.

O sonofletor monitor da cabine do trem deverá responder uniformemente na faixa de 200 Hz a 8.000 Hz, com variação aceitável de ± 3 dB.

Capacidade de armazenamento das mensagens

A capacidade de armazenamento de mensagens audiovisuais deverá ser de, no mínimo, 2 (duas) horas, com a previsão de expansão para o dobro desta capacidade.

A capacidade de armazenamento de mensagens de voz deverá ser de, no mínimo, 100 (cem) mensagens com duração de 15 (quinze) segundos cada, considerando aqui também, a previsão de expansão para o dobro da capacidade.

As mensagens poderão estar compactadas ou não. No caso de opção pela compactação das mensagens, o padrão a ser utilizado deverá ser aberto, sem restrição de uso, além de ser de amplo conhecimento e consagrado no uso público tal como, MPEG (MP3 ou MP4), AVI, WMA, WMV ou equivalente.

14.3.3.2 Requisitos técnicos do Subsistema de Intercomunicação - INT

O INT deverá prever um intercomunicador em cada cabine, 8 (oito) em cada carro, junto a cada porta e mais um em cada local reservado para cadeira de rodas nos carros de extremidade, instalado em altura adequada conforme Norma NBR 14021.

O INT deverá apresentar características iguais ou melhores das relacionadas a seguir:

- a Inteligibilidade, medida a 0,50 m do intercomunicador (cabine e salão do trem), deverá ser de 95%. A sistemática de aferição

dos valores de inteligibilidade deverá ser proposta no Procedimento de Testes de Aceitação em Campo, que deverá ser submetido à análise e aprovação da TRENSURB;

- o intercomunicador do salão deverá ser capaz de apresentar resposta em frequência uniforme na faixa de 300 a 3.400 Hz com variação aceitável de ± 3dB;
- operando em condições de máxima potência, sem qualquer tipo de som incidente sobre o microfone, o sistema não deverá irradiar qualquer tipo de som, ruído ou zumbido audível;
- operando em condições de máxima potência, a DET não deverá ser superior a 5%, medida no sonofletor do sistema;
- O Nível de Pressão Sonora (NPS) máximo do INT está limitado a 105 dBA;
- Deverão utilizar a tecnologia VoIP.

14.3.3.3 Requisitos técnicos do subsistema de Vídeo Monitoração – VMO

O VMO deverá ser digital, operar durante 24 horas por dia, todos os dias e ser capaz de gravar as imagens de todas as câmeras do trem, com a resolução máxima especificada e, com uma taxa mínima de 15 quadros por segundo.

A resolução do VMO deverá ser de 4CIF (704 x 576 pixels) e deverá ser configurável para velocidades de gravação de 4 a 30 quadros por segundo, comprimidos em formato MPEG4, conforme a norma internacional ISO IEC 14496-5.

As câmeras a serem fornecidas deverão ter, no mínimo, as seguintes características técnicas:

- Deverá permitir a identificação de cada câmera, com informações possíveis na tela do tipo: carro, local, número da câmera, para melhor avaliação das imagens.
- Operar em protocolo IP;
- Sensor de imagem: Color – CCD de 1/3”;
- Resolução horizontal de 520 linhas;
- Sensibilidade de 0,5 lux/F1.2 color e 0,1 lux/F1.2 B/P;

- Varredura entrelaçada de 2:1;
- Relação sinal ruído de 42dB;
- Obturador Eletrônico de 1/100.000 s;
- Balanço de Brancos automático;
- Compensação de contra luz;
- Controle automático de Ganho (0-30dB) / 41dB;
- Sistema Dia / Noite;
- Possibilidade de troca de lentes;
- Robustez: Invólucro anti-vandalismo podendo ser acondicionadas em domes compatíveis com a arquitetura do local de sua instalação;
- Baixo aquecimento para funcionamento contínuo;
- Zoom de acordo com o estudo de segurança feito pela contratada para o salão de passageiros do trem e visualização da dianteira e da traseira do trem.

Gravadores de Vídeo

Deverão ser fornecidos em quantidade suficiente para gravação de todas as câmeras do trem, durante mínimo 15 (quinze) dias

Interface de gerenciamento de falhas e manutenção remota

O SCT deve possuir interface para possibilitar gerenciamento de falhas. Operação e manutenção remota, tais como diagnóstico remoto, isolamento de falhas, reinicialização do sistema, telecarregamento de aplicativos, entre outros. Faz parte do fornecimento as licenças de uso ou aplicativos necessários para este gerenciamento e manutenção remota.

Interface serial USB/ Ethernet

As portas de comunicação serial USB/Ethernet do sistema servirão para transferência de dados, mediante requisição, utilizando dispositivo de teste ou sistema que venha a ser ligado à mesma.

Estes dados consistem em:

- Posição do trem na via comercial, fornecido através de dispositivo de localização baseado em tecnologia de GPS (Global Positioning System), Circuito de Via (CDV), Transponder ou outro que atenda a precisão desejada . Quando da execução do projeto executivo, a localização deverá ser analisada com base em levantamentos de leitura realizadas junto a via e acordada com a Trensurb
- Destino;
- Próxima estação;
- Sentido de movimento do trem;
- Parada Programada;
- Sinais de portas;
- Cabine Líder;
- Solicitação de prioridade para emissão de PA pelo operador do trem;
- Informações de diagnósticos do Sistema
- Leitura das mensagens audiovisuais do sistema;
- transferência de arquivos do tipo: mensagens pré-gravadas, mensagens áudio visuais, programação da emissão de mensagens, ajustes no relógio e no calendário do sistema;
- selecionar e comandar a emissão de mensagens audio-visuais pré- gravadas, de forma prioritária.

O dispositivo de teste destinado à manutenção do sistema, quando conectado ao SCT deverá, além das funções descritas acima, ser capaz de executar as seguintes rotinas de teste:

- Comandar a emissão de qualquer das mensagens armazenadas no sistema;
- Monitorar, com a possibilidade de audição e visualização no dispositivo de manutenção, todas as mensagens audiovisuais armazenadas;
- Monitorar todos os sinais de interface do sistema;
- Atualizar o relógio e o calendário do sistema.
- As portas USB somente serão liberadas para acesso através de senhas de administradores.

- Comandar rot inas de auto-diagnóstico e monitorar os seus resultados.

NOTA 1: Deverá ser possível executar os tópicos deste item, mesmo que o trem esteja em operação normal e sem interferir nesta.

NOTA 2: Deverá ser possível carregar arquivos de mensagens audiovisuais, programação de emissão de mensagens e atualização de relógio e calendário nos dois sistemas instalados nas duas extremidades do trem, com o dispositivo instalado em somente um dos equipamentos, sendo as informações transmitidas ao outro através da rede do trem.

Faz parte deste fornecimento o software responsável pelas funções descritas acima.

Deverá ser priorizada a transmissão Via Rádio IP / Wi-Fi em conexão sem fio, a partir de locais externos, CONFORME ITEM 14.2.1

Deverá ser possível a gravação, por câmera, de um cenário de transmissão com resolução mínima de 2CIF e 15 fps, podendo chegar a 4CIF e 30 fps.

Devem operar em rede (NVR – Network Vídeo Recorders).

Devem ser equipamentos produzidos em série, por fabricantes de sistemas de vídeo digital para segurança. Não serão aceitos equipamentos montados a partir de hardware de microcomputadores com placas de captura de vídeo.

Nos programas gravados deve haver marcação de ano, mês, dia, hora, minuto e segundo, e também número da câmera e sua localização.

Devem possuir recursos de busca de imagens mediante o fornecimento de ano, mês, dia, hora, minuto e segundo.

Devem permitir a transferência de arquivos ou imagens sem interromper a gravação.

Devem possuir interface padrão Ethernet para conexão à rede do trem. Devem possuir entradas para alarmes externos (tipo contato seco).

Devem permitir a exportação de arquivos de vídeo de uma data e hora específica dentro do formato de arquivo padrão MPEG4 para uso por reprodutores de terceiros.

Gravações exportadas devem conter uma marca d'água utilizando uma assinatura digital em cada quadro. Toda gravação exportada deve ser encriptada.

Gravações exportadas devem conter o nome do transmissor, o endereço IP, e a data e hora e deverão poder ser executadas em um reprodutor externo ao VMO (standalone).

Devem gravar os logs de alarme contendo no mínimo data, hora e local.

As opções de evento / alarme / movimento devem permitir o controle de início e fim da gravação pré e pós ocorrência, sendo que o tempo de gravação deverá ser programável.

Caixa Preta

Deverá ser fornecida a "Caixa Preta" que deve atender a norma internacional BS/ GO/OTS 203 – Parte C ou IEEE 1482.1 (a mais rigorosa entre elas) e Norma EN 50155.

As gravações na "Caixa Preta" devem ser realizadas em memórias de estado sólido.

A capacidade de gravação da "Caixa Preta" deve permitir o armazenamento da última 1 (uma) hora de imagens de todas as câmeras com resolução máxima e no mínimo 15 quadros por segundo. Deve, também, gravar e registrar as comunicações efetuadas por meio do INT e do RAD. Os registros e gravações envolvem o áudio, a data, a hora, minuto, segundo, identificação do emissor e do receptor além outras informações pertinentes a serem avaliadas em conjunto no projeto.

Características do Monitor de Cabine

O monitor de cabine deve ser do tipo LED, com dimensão definida no ítem 10.12. Neste monitor através da se poderá optar pela visualização das câmaras em quatro quadrantes ou tela completa para cada câmera. Esta mudança de visualização deverá ser configurável tanto para a seleção manual como de modo automático.

O monitor deverá possuir conexão por Ethernet, ser alimentado pela tensão de bateria do trem, capacidade de decodificação interna e menu OSD. Considerando as características de visibilidade e modos de apresentação e operação dos monitores de Bordos Touch Screen a serem fornecidos, bem como as características ambientais onde serão implementados, nas especificações deverão ser considerados características tais como: requisitos de vibração e temperatura, luminosidade da tela, robustez e números de operações de digitações na tela, modo de fixação, ângulo de visualização, modo de apresentação das mensagens ou imagens.

14.4 REQUISITOS DE INTERFACE E INTEROPERABILIDADE

Gerais

Os sistemas de comunicações do trem - SCT devem interagir entre si por meio da rede do trem, com protocolos TCP/IP. Caso algum sistema não possua esta interface, cabe à Contratada fornecer as soluções adequadas para garantir a perfeita interoperabilidade entre os sistemas. Não será permitida a utilização de protocolos proprietários na interação entre sistemas diferentes.

Os Protocolos utilizados nas interfaces com os outros sistemas devem ser abertos, comercialmente utilizados no mercado,
inclusive nas interfaces com outros sistemas e padronizados pelos órgãos normatizadores citados nesta ET.

Os protocolos de comunicação devem utilizar os seguintes padrões:

- para comunicação em rede deve ser utilizado o modelo I-SO/OSI e ou TCP/IP em sua ultima revisão;
- para comunicação ponto a ponto deve ser utilizado o modelo ISO/OSI.

Padrões de Interface

As interfaces de comunicação devem estar de acordo com os padrões e normas estabelecidas pelos órgãos normatizadores citados nesta ET. As interfaces com a rede do trem deverão operar no protocolo padrão TCP/IP tendo velocidade compatível para atender as funcionalidades especificadas nesta ET.

A Contratada, durante a consolidação do projeto, deve detalhar e submeter à aprovação da TRENSURB, todos os tipos de interfaces utilizadas.

As interfaces de comunicação devem atender os requisitos funcionais, de segurança, de disponibilidade, de confiabilidade, conectividade e demais requisitos especificados nesta ET.

As interfaces de comunicação devem possuir isolação elétrica, proteção contra transitórios, ruídos, interferência eletromagnética e proteção contra operação indevida, atendendo os requisitos especificados nesta ET. Devem ser concebidas utilizando-se um dos padrões a seguir:

- Fast-Ethernet de acordo com a norma IEEE-802.3;

- Padrão serial USB de acordo com a norma IEEE-1394 e I-SO/IEC 8802.3;
- Ópticas, conforme recomendações da ITU e NBR.

O detalhamento das interfaces deve conter o seguinte:

- Inter-relação funcional das características físicas e lógicas;
- Todas as interfaces físicas, lógicas e elétricas previstas;
- Formatos e conteúdos das mensagens da aplicação e base de dados e,
- Parâmetros de desempenho (tempo de resposta, taxa de erros, percentual médio de bytes transmitidos etc.).

Requisitos Gerais das Interfaces de Comando

É de responsabilidade da Contratada, o projeto e a implantação de todos os materiais, equipamentos, softwares, mão-de-obra e serviços para a perfeita operacionalidade entre os sistemas de comunicações do trem e os sistemas de interface, de forma a atender plenamente todas as funcionalidades descritas nas suas respectivas concepções de sistemas.

No trem, os sistemas de comunicações deverão interagir entre si pela rede de comunicação do trem, com protocolos TCP/IP. Caso algum sistema não possua esta interface, cabe à contratada fornecer as soluções adequadas para garantir a perfeita operacionalidade entre os sistemas do trem.

Os comandos do SCT devem estar concentrados em terminais de computador que utilizarão Interfaces Homem x Máquina (IHM).

Os sistemas de comunicações do trem deverão ser operadas por navegadores de Internet (Internet Browser). O desenvolvimento, adaptação e implantação dessas interfaces, se necessário, serão de responsabilidade da Contratada.

A interação entre sistemas não pressupõe, necessariamente, a existência de interligação física entre eles.

Os operadores comandarão as funções dos sistemas por esta IHM, assim sendo, o tratamento lógico dos comandos, a execução das funções e a apresentação das sinalizações deverão ser parte integrante do SCT e do fornecimento.

Interface de gerenciamento de falhas e manutenção remota

O SCT deve possuir interface para possibilitar gerenciamento de falhas.

Operação e manutenção remota, tais como diagnóstico remoto, isolamento de falhas, reinicialização do sistema, telecarregamento de aplicativos, entre outros. Faz parte do fornecimento as licenças de uso ou aplicativos necessários para este gerenciamento e manutenção remota.

Interface serial USB/ Ethernet

As portas de comunicação serial USB/Ethernet do sistema servirão para transferência de dados, mediante requisição, utilizando dispositivo de teste ou sistema que venha a ser ligado à mesma. Estes dados consistem em:

- Posição do trem na via comercial, fornecido através de dispositivo de localização baseado em tecnologia de GPS (Global Positioning System), Circuito de Via (CDV), Transponder ou outro que atenda a precisão desejada . Quando da execução do projeto executivo, a localização deverá ser analisada com base em levantamentos de leitura realizadas junto a via e acordada com a Trensurb
- Destino;
- Próxima estação;
- Sentido de movimento do trem;
- Parada Programada;
- Sinais de portas;
- Cabine Líder;
- Solicitação de prioridade para emissão de PA pelo operador do trem;
- Informações de diagnósticos do Sistema
- Leitura das mensagens audiovisuais do sistema;
- transferência de arquivos do tipo: mensagens pré-gravadas, mensagens áudio visuais, programação da emissão de mensagens, ajustes no relógio e no calendário do sistema;
- selecionar e comandar a emissão de mensagens audio-visuais pré- gravadas, de forma prioritária.

O dispositivo de teste destinado à manutenção do sistema, quando conectado ao SCT deverá, além das funções descritas acima, ser capaz de executar as seguintes rotinas de teste:

- Comandar a emissão de qualquer das mensagens armazenadas no sistema;

- Monitorar, com a possibilidade de audição e visualização no dispositivo de manutenção, todas as mensagens audiovisuais armazenadas;
- Monitorar todos os sinais de interface do sistema;
- Atualizar o relógio e o calendário do sistema.
- As portas USB somente serão liberadas para acesso através de senhas de administradores.
- Comandar rotinas de auto-diagnóstico e monitorar os seus resultados.

NOTA 1: Deverá ser possível executar os tópicos deste item, mesmo que o trem esteja em operação normal e sem interferir nesta.

NOTA 2: Deverá ser possível carregar arquivos de mensagens audiovisuais, programação de emissão de mensagens e atualização de relógio e calendário nos dois sistemas instalados nas duas extremidades do trem, com o dispositivo instalado em somente um dos equipamentos, sendo as informações transmitidas ao outro através da rede do trem.

Faz parte deste fornecimento o software responsável pelas funções descritas acima.

Deverá ser priorizada a transmissão Via Rádio IP / Wi-Fi em conexão sem fio, a partir de locais externos, CONFORME ITEM 14.2.1

15 MONITORAÇÃO DE FALHAS/DIAGNÓSTICO(Data bus)

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação Sistema de Monitoração de Falhas/Diagnóstico do trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

O sistema de monitoração de falhas e diagnósticos do trem deverá monitorar e registrar as falhas, e armazenar os eventos dos principais equipamentos e sistemas do trem para auxiliar nos processos da operação e manutenção.

O sistema deverá ser constituído por um conjunto de módulos interligados por uma rede redundante de comunicação de dados de alta capacidade, segundo padrão MVB, com protocolo aberto, conforme prescrito na norma IEC 61375.

Os equipamentos controladores da rede e acessórios deverão ser adequadamente dimensionados, com as redundâncias necessárias, de forma a atender ao requisito de disponibilidade de, pelo menos, 99,998%.

A Contratada deverá apresentar na proposta uma descrição funcional detalhada, características técnicas da rede (arquitetura, taxa de transmissão, taxa de erro, os MTBF e MTBO entre outros .) do sistema a ser fornecido.

A descrição de cada falha com seu texto de identificação e seu nível de prioridade será acordado durante a fase de projeto com a Contratada e pessoal técnico operacional da TRENSURB.

15.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema Data Bus deverá ser constituídos dos seguintes equipamentos:

- módulos de controle geral;
- interface homem máquina (IHM);
- módulos de controle locais;
- meio físico de transmissão de dados (“data-bus”).

O módulo de controle geral deverá ser instalado nos carros cabine e conectado a rede de comunicação de dados para gerenciar o funcionamento do sistema e controlar os dispositivos da interface IHM. O módulo de controle geral do carro líder deverá gerenciar a rede nas condi-

ções normais de funcionamento do sistema. No caso de falha do módulo, o gerenciamento deverá automaticamente passar para o módulo do outro carro cabine (cabeceira oposta) e sinalizar falha no monitor .

O módulo de controle geral deverá também gerenciar o funcionamento da rede redundante de comunicação de dados, fazer a comutação automática de uma para outra e sinalizar no console da cabine de condução no caso de falha.

A interface homem máquina (IHM), localizada no console da cabine de condução, deverá ser feita através de 03 (três) monitores com tela de cristal (LCD) colorida para apresentação dos estados operativos dos principais equipamentos do trem, indicação de falhas e mensagens de anormalidades e as imagens do CFTV, conforme definido no item monitores de vídeo do console desta ET.

A tela dos monitores será do tipo “touch screen”, a qual permitirá o comando das diferentes telas a serem apresentadas para o operador. Os tempos de respostas nas mudanças das diferentes telas ou para o anúncio de falha dos diversos equipamentos do trem, deverá ser o menor possível, da ordem de 1 a 2 segundos.

A condição de equipamentos desligados deverá ser sinalizada como inoperantes e identificando o dispositivo que o desligou, como por exemplo, disjuntores, chaves de alimentação, e outros.

Os módulos de controle local deverão ser conectados a rede de comunicação e programados para coletar os dados dos equipamentos e sistemas dos carros através das entradas digitais e seriais através de portas de interface especificadas nesta ET.

As entradas digitais deverão ter circuitos de interface para compatibilizar os sinais provenientes dos equipamentos. Os circuitos de interface deverão proporcionar isolação galvânica entre o modulo local e os sinais dos equipamentos.

O meio físico de comunicação de dados entre os diversos módulos deverá ser feito de forma duplicada.

No painel frontal do módulo dos carros cabine deverá estar disponível um ponto de conector padrão que possibilite a pesquisa de defeitos, a monitoração e transferência dos registros armazenados para dispositivo tipo “notebook”. O protocolo de comunicação para dispositivos externos (notebook) de leitura ou pesquisa da manutenção deverá ser de interface especificada nesta ET.

Os protocolos de comunicação da rede deverão ser padrão aberto (não proprietários) e uso comprovado para aplicações ferroviárias, conforme norma IEC 61375.

O "software" de controle da rede deverá ser responsável pelo gerenciamento da rede e pelo fluxo das informações entre os módulos. A documentação e os programas de "software" da rede e do "software"

aplicativo e suas licenças de uso deverão ser fornecidos a TRENSURB simultaneamente com a entrega do primeiro trem.

Será disponibilizada uma interface adequada para conexão do sistema de rádio banda larga para acesso remoto (wireless) dos diagnósticos das falhas dos equipamentos do trem, para envio aos sistemas ou programas controladores de falhas que existem na TRENSURB ou que serão implantados.

15.1.1 Descrição dos Módulos

15.1.1.1 Módulo de Controle Geral

As principais funções do módulo de comando e controle do console são:

- monitorar os sinais de comando do trem, determinado pelo posicionamento das alavancas de comando, existentes na console;
- monitorar os eventos operacionais, tais como o fechamento e abertura de portas, pressões nos encanamentos, tensão de linha, velocidade, sinais dos indicadores de falhas, entre outros;
- monitorar os comandos das botoeiras e chaves do console;
- receber informações, de interesse para a operação, dos demais módulos e enviá-las para o console e vice versa, verificando a consistência das informações;
- indicar os registros de falhas e eventos, sinalizando inclusive falhas próprias; interface com o monitor de falhas, sinalizando falhas, apresentando diagnósticos em nível de operação e apontando anormalidades no funcionamento dos diversos equipamentos ou sistemas do trem com as funções solicitadas;
- armazenar os dados de eventos de operação, tais como: velocidades, acelerações, modo operacional, comandos e estados das portas e demais grandezas a serem detalhadas e acordadas durante o desenvolvimento do projeto.
- Desligar a iluminação principal do salão de passageiro de todos os carros e todos os equipamentos de climatização do trem, mantendo a ventilação ligada em todos os carros, quando o trem permanecer estacionado, sem comando, por um tempo maior que 15 minutos. Deverá ser possível reajustar este tempo, em nível da manutenção da TRENSURB. Deverá haver na cabine, uma chave para isolar essa função e manter a iluminação e os equipamentos de climatização ligados, independen-

temente da existência de comando no trem.

- Deverá haver na cabine, uma chave para isolar essa função e manter a iluminação e os equipamentos de climatizador ligado, independentemente da existência de comando no trem.
- Sincronizar os equipamentos com os quais faz interface, atualizando os parâmetros de data/hora. A Contratada deverá prever que estes parâmetros sejam fornecidos pelo sistema ATO, quando for instalado.
- Deverão ser previstos dois canais que poderão ser utilizados para monitorar dois sinais digitais específicos, dentro das necessidades da pesquisa de defeitos.
- Com o trem em operação, a varredura nos sinais para armazenamento deverá ser de no máximo 1s.
- As informações armazenadas deverão estar associadas com os parâmetros de data e hora e disponíveis para leitura por um "notebook" e também para ser transferida ("download") por equipamento portátil para análise em laboratório ou campo.
- Os sinais armazenados deverão ser memorizados mesmo que o suprimento de energia seja interrompido.

15.1.1.2 Módulos Locais

Os módulos locais deverão ser a parte do sistema de monitoração do trem, responsáveis pela interface de comunicação entre os equipamentos do trem e o meio físico.

Os circuitos de transmissão e recepção das informações com o meio físico deverão ser duplicados.

Em cada carro poderá existir um ou mais módulos locais para monitorar, principalmente os equipamentos, a saber:

- equipamentos auxiliares (portas, compressor, extintor de incêndio, detector de fumaça, freio de estacionamento, detector de descarrilamento, entre outros);
- sistema de comunicação e CFTV;
- prever instalação futura de equipamento ATO.

Os seguintes equipamentos estarão conectados diretamente com o meio físico:

- equipamento de comando de tração e frenagem elétrica;

- equipamento de comando do freio de atrito, anti deslizamento e anti- patinação;
- inversor auxiliar;
- ar refrigerado do salão.

15.1.1.3 Meio Físico de Transmissão e Recepção de Dados

O meio físico será o elemento da rede responsável pela transmissão e recepção de dados entre os diversos módulos e os equipamentos do trem.

Os dados e informações devem circular no meio físico, agregados em pacotes, denominado protocolo, que são implementados pela rede.

O meio físico deverá ser constituído por pares trançados e blindados, com comprimento aproximado de 200 m, ligados por conectores nas passagens entre carros.

15.1.1.4 Sinais Processados pelo Sistema

Os principais sinais de monitoração dos equipamentos do trem são:

Console do Trem

- leitura do posicionamento das alavancas;
- leitura das botoeiras e chaves;
- energização dos anunciadores;
- sinalização das falhas.

Sistema de Tração e Frenagem Elétrica

- comando dos níveis de tração e frenagem;
- comando do sentido de marcha;
- monitoração de falhas;
- diagnóstico de falhas.

Equipamento de Comando de Freio de Atrito e Anti deslizamento

- comando dos níveis de frenagem;
- monitoração de falhas;
- diagnósticos de falhas.

Sistema de Portas

- monitoração do comando de abertura e fechamento de portas;
- monitoração da sinalização de portas(fechadas/travadas, abertas e isoladas);
- supervisão da atuação do botão e manípulo de emergência de portas;
- monitoração de falhas com identificação do carro e da porta.

Equipamento ATO quando for instalado

- comando de portas;
- monitoração de intertravamentos operacionais;
- monitoração do console;
- monitoração de falhas;
- diagnóstico de falhas do ATO;

Equipamento de Comando do Sistema Auxiliar

Os equipamentos auxiliares que possuem interfaces para monitoração de falhas e diagnósticos são:

- ar comprimido;
- ar refrigerado do salão;
- inversor para auxiliares (CA e CC);
- comunicação;
- freio de estacionamento;
- extintor de incêndio (retirada do extintor do alojamento).
- detector de descarrilamento (atuação do sistema, atuação na chave de isolação do sistema, falhas dos dispositivos que inte-

gram o sistema);

- detector de incêndio;
- pantógrafos
- Outros sistemas a serem acordados durante a fase de projeto executivo do trem.

Equipamento de Rádio Banda Larga

Transmitir para esses sistemas os diagnósticos de falhas dos equipamentos do trem, os sinais descritos em cada sistema conectados ao data bus e outros sinais a serem definidos na fase de projeto, tais como: detector de descarrilamento, detecção de escorregamento, peso dos carros, quilometragem acumulada do trem, freio elétrico desenvolvido pelos carros, potência consumida pelo trem, entre outros.

Ensaios

- Sistema de Monitoração de Falhas e Diagnósticos deverá atender as condições descritas nos respectivos itens e na norma NBR-8365 "Equipamento Eletrônico Utilizado em Material Rodante Ferroviário" ou EN 50155.
- A transmissão e recepção dos sinais digitais deverão atender as condições das Normas ASNI, ISO, EIA, IEEE e MIL aplicáveis.

16 REGISTRADOR DE EVENTOS OPERACIONAIS

A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Registrador de Eventos Operacionais do trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.

O sistema implementado deverá fazer registro de eventos da composição, mantendo os dados dos sinais e registro de data e horário dos eventos registrados em memória redundante. A leitura dos registros de eventos armazenados e a leitura, em tempo real dos sinais monitorados, também deverá ser possível, tanto através de notebook conectado ao registrador, como através de monitoração remota do mesmo mediante comunicação com a rede data-bus do trem e via de comunicação sem fio (Wireless de alta capacidade).

Ele irá monitorar dados dos equipamentos que desempenham funções de segurança e dos modos de condução do trem, sendo responsável pela coleta e armazenamento dos sinais em memórias redundantes.

O Registrador de Eventos e seus componentes não deverão interferir, em hipótese alguma, com sinais ou equipamentos instalados no trem.

O Registrador de Eventos deverá ser ligado diretamente a bateria do trem e seu funcionamento não deverá depender da chave de energização geral do trem.

16.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Em cada trem deverão ser instalados dois conjuntos de equipamentos, um em cada carro cabine, sendo cada conjunto composto por:

- um módulo registrador com memória redundante que coletará e armazenará os dados dos eventos, com relógio e calendário;
- um módulo para conexão com a rede Data-bus para: coleta de dados, recepção de comandos e transmissão de dados, inclusive via comunicação de rede sem fio tipo Wireless;
- interface de sinais digitais e analógicos
- sensor de tacômetro que servirá para: coleta da informação da distância percorrida, determinação da velocidade real, determinação do sentido de movimento do trem e aceleração observada;
- uma memória removível que terá os mesmos dados da me-

mória interna do módulo registrador, contendo dados de: posição do trem, velocidade real, odômetro, tensão de linha, pressões dos sistemas de suprimento de ar e freio de atrito, sentido de movimentação, data, hora, sinais digitais e sinais analógicos. Esta memória poderá ser removida do trem e lida por equipamento em oficina sendo que, obrigatoriamente ,a integridade dos dados deve ser mantida mesmo sem a alimentação.

- Módulo de display e teclado
- Para manutenção deverão ser fornecidos notebooks com softwares já instalados, composto pelo sistema operacional do computador, preferencialmente compatível com Windows XP ou superior e software dedicado que fará a comunicação entre o notebook e o registrador de eventos.

16.2 DESCRIÇÃO FUNCIONAL Sinais monitorados

Em cada cabine da composição ficará instalado um registrador de eventos. Na cabine, cada registrador deverá coletar as informações de comando e de formas operacionais que o trem está sendo conduzido. Portanto, o registrador deverá coletar diretamente do trem, onde cada sinal teve origem, com exceção dos sinais indicados para serem coletados no sistema Data bus. Deverão ser registradas, no mínimo, as seguintes informações:

- Data e horário;
- Sinais de liderança;
- Modalidade de operação do trem;
- Comandos para o sistema de portas do operador e futuramente ATO;
- Sinal de acionamento de uma ou mais portas de saída de emergência;
- Sinal de acionamento de um ou mais botão soco do sistema de portas;
- Estado das portas (abertas ou fechadas) e lado da abertura;
- Sinais de comando de derivação (ou isolação) do sistema de portas para permitir que o trem ande com uma ou mais portas abertas;

- Velocidade real do trem;
- Sinal de dV/dt (sinal de aceleração obtido pela variação da velocidade real no tempo);
- Sentido de movimento do trem;
- Prever o controle da Velocidade Máxima permitida dada pelo sistema ATO, quando for instalado, via rede Data bus;
- Prever a posição do trem na via dada pelo sistema , quando for instalado, via rede Data-Bus;
- Quilometragem acumulada (Odômetro);
- Pressão do sistema de suprimento de ar;
- Pressão no cilindro de freio do respectivo carro ou, se possível coletar via Data bus, a pressão de freio em todos os carros;
- Nível de tração ou freio requisitado pelo operador ou pelo sistema ATO, quando for instalado, medido no Train-Line de controle de aceleração;
- Tensão na catenária;
- Correntes nos pantógrafos;
- Nível de carregamento do respectivo carro ou, se possível coletar dos outros subsistemas do trem via Data bus, o carregamento em todos os carros;
- Tipo de freio aplicado (freio de serviço ou emergência)
- Sinais de comando de isolação de freio;
- Sinais do comando do freio de emergência;
- outros sinais que sejam de importância para caracterizar a condução do trem e sua segurança.

A definição final dos sinais deverá ser discutida, com os técnicos da TRENSURB, durante a fase de projeto do trem.

16.3 MÓDULOS COMPONENTES

16.3.1 Módulo Registrador

Esse módulo lerá os sinais analógicos e digitais vindos da interface e gravará em registros de eventos. A taxa de gravação dos sinais deverá ser automaticamente ajustada em função do trem estar parado ou em movimento. Com o trem parado, deverão ser gravados quaisquer eventos que causem alterações de estado lógico dos sinais digitais. Com o trem em movimento, gravará os eventos quando houver alteração do estado lógico dos sinais digitais ou a cada 1s ou a cada 10m percorridos podendo ser configurado para gravação de 1m até 20m percorridos.

Os dados gravados deverão ser mantidos nas memórias independentemente de haver ou não energização do equipamento.

16.3.2 Memória Removível

Memória não volátil que deverá possuir os mesmos dados gravados na memória interna dos módulos registradores e da memória removível da outra cabeceira. Ela poderá ser removida da composição, sem danos ao seu conteúdo, para analise em oficina. Se o módulo registrador operar sem a memória removível, os dados serão gravados normalmente em sua memória interna e, assim que uma memória removível for novamente inserida, esta poderá ser atualizada com os mesmos dados do módulo. Esta memória deverá ter a capacidade de armazenamento igual ou superior ao do módulo, que deverá ser de, no mínimo, 30.000km;

O módulo deverá ter sistema para informar o status do mesmo para saber se as memórias e os sensores de tacômetro e sistemas internos estão em condições normais de funcionamento. Os dados poderão ser acessados via comunicação Wireless ou pela porta de comunicação localizada no próprio módulo ligada a um notebook de teste.

16.3.3 Interface analógica/digital:

A interface analógica e digital deverá possuir entradas isoladas entre si. Entre as entradas analógicas poderá haver um terra em comum, porém isolado da linha de alimentação e potencial de carcaça.

As entradas digitais deverão ser isoladas individualmente entre si

e entre a tensão de alimentação e potencial de carcaça.

O sistema deverá ter entradas suficientes para monitoração direta dos sinais especificados, mais uma entrada analógico e duas entradas digitais que ficarão como reserva.

A tensão de isolação das entradas de alimentação, carcaça e interface com rede de dados deverá ser igual ou superior a 600Vca.

16.3.4 Sensor de tacômetro

Sensor de tacômetro independente ou com sinal compartilhado de um sensor de tacômetro utilizado por outro equipamento do trem.

16.3.5 Módulo de Rede Data bus

Esse módulo será responsável por transmitir os dados do registrador de eventos via sistema "Wireless" e por compartilhar os dados entre os dois módulos registradores de eventos de forma que as memórias em ambos registradores contenham as mesmas informações. Os dados transmitidos deverão ser encaminhados pelo sistema Data-bus até o transmissor da rede Wireless ou até o outro módulo registrador de eventos localizado na outra cabeceira do trem.

16.3.6 Módulo de Display e Teclado

Para acerto de data, hora diâmetro de rodas e outras variáveis do equipamento

16.3.7 Normas técnicas

Todos os componentes e subconjuntos utilizados na construção dos equipamentos deverão ser projetados e construídos especificamente para utilização do tipo ferroviário.

Todos os equipamentos e materiais a serem fornecidos e instalados, para o sistema deverão seguir no mínimo as Normas Construtivas.

16.3.8 Requisitos de "software"

O "software" do equipamento deverá permitir, por meio de sua interface com o usuário, o ajuste de parâmetros do registrador, leitura e análise dos dados armazenados, permitindo a elaboração de relatórios na forma gráfica e listagens.

Deverá ser possível a leitura dos dados armazenados, sendo apresentados os resultados em forma gráfica ou listagens, pelo notebook de monitoração conectado ao equipamento, ou por “menus” de acesso restrito ao pessoal de manutenção, nos monitores do console das cabines do trem.

Nos relatórios na forma gráfica, a representação dos estados lógicos dos sinais digitais deverá ser de forma condizente com o estado lógico do sinal, ou seja, representação gráfica "alta" para nível lógico "alto" e representação gráfica "baixa" para nível lógico baixo". Nome dos sinais, mnemônicos representativos dos sinais e demais informações de tela deverão ser configurados, de forma a serem representativos dos sinais reais envolvidos.

O “software” do equipamento deverá atender os seguintes requisitos:

- Deverá ser de operação simples através de “menus" ou janelas de fácil interpretação e sua interface com o usuário deverá permitir a interação rápida e habitual, à semelhança da interação existente com a comunicação virtual que o cidadão comum está familiarizado no país, e em Português do Brasil.
- Deverá possibilitar a mudança de parâmetros do registrador, tais como:
  - varredura de leitura dos sinais a serem registrados;
  - identificação do trem;
  - mnemônicos dos sinais a serem registrados;
  - data e hora do relógio do equipamento.

A instalação do "software" em um microcomputador deverá ser fácil, rápida e o idioma de trabalho deverá ser o Português do Brasil.

16.3.9 Equipamento para Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados deverá ser possível remotamente via rede 'Wireless' do trem. Ela também poderá ser feita por equipamento portátil e baseado em microcomputador do tipo notebook.

Esse notebook deverá dispor de interface serial de alta capacidade (USB, Ethernet, e outros.), capacidade de memória RAM compatível com a quantidade de dados armazenados no registrador, cabo para conexão para acesso aos dados do Registrador de Eventos e interface de saída para impressora. O equipamento deverá ser fornecido com todos os "softwares" e interfaces necessários para a execução de tabelas, gráficos, e outros.

Deverá também, ser fornecido um dispositivo que permita alimentar eletricamente e acessar a memória removível de dados, quando esta não estiver conectada ao sistema Registrador de Eventos. Esse dispositivo será utilizado em laboratório e deverá propiciar a transferência dos dados registrados para o Equipamento de Coleta de Dados (notebook) ou diretamente para uma impressora. O dispositivo a ser fornecido para esse fim deverá ser alimentado em 127Vca.

16.3.10 Ensaios de tipo e de rotina

Os testes deverão abranger:

Testes de tipo:

- Choque e vibração;
- Elevação de temperatura (seca e úmida);
- Suportabilidade a surtos e transientes de tensão;
- Suportabilidade a interferências eletromagnéticas;
- Emissão de ruídos eletromagnéticos;
- Tensão de isolação galvânica das entradas, saídas, rede de dados e alimentação.

De rotina:

- Inspeção de recebimento;
- Inspeção de montagem;
- Testes funcionais

17. SISTEMA DE TRANSMISSÃO

A Comunicação via sem fio - wireless - nos Trens ao longo de toda a via e Pátios em relação ao CCO/Estações/Pátios, será objeto de outro projeto. Cabe no fornecimento dos trens, viabilizar as condições técnicas de compatibilização desta tecnologia, para futura transmissão de dados, voz e imagens dos trens para o CCO/Estações/Pátio, via e vice-versa. Para tanto todos os equipamento embarcados para este tipo de comunicação deverão estar plenamente instalados e testados, para isso deve ser instalado com capacidade garantir que todos os serviços previstos a bordo tenham seu funcionamento a pleno. Este sistema deverá estar de acordo com as Normas regulamentadoras de Telecomunicações Telecomunicações e dentro das Normas Internacionais para equipamentos rodoferroviários, cabendo a Contratada toda a responsabilidade desta definição e apresentação à Trensurb para aprovação. Deverão ser implementadas todas a proteções necessárias que impeçam pessoas não autorizadas pela Trensurb ingressarem na rede, sendo que deverão ser implementada através de sistemas de encriptação, autorização e autenticação de contas.

Serviços que a rede de transmissão deverá suportar:

- Sistemas de informação ao passageiro institucionais e comerciais através de monitores e/ou displays de tecnologia LCD e/ou LED, com mensagens (som e vídeo) on-line ou por carregamento de mensagens (som e vídeo) pré-gravadas.
- Sistema de informação ao passageiro através de mensagens institucionais sonoras (PAs) com mensagens on-line (CCO) ou por carregamento de mensagens pré-gravadas.
- Sistemas de controle, de configuração e diagnósticos da telemetria
- Sistema de Intercomunicador (Intercom) de Emergência (Usuário/CCO).
- Sistema de CFTV, com imagens em Real Time
- Sistema de Mapa de via
- Internet On Board

O sistema de multimídia aos passageiros deve conter funcionalidades mínimas como:

- Armazenamento de vídeo e áudio.
- Geração de imagens carregadas a partir de uma conexão “Ethernet” conectada a um computador;
- Geração de imagens carregadas a partir de uma conexão “Ethernet” conectada Via wireless,em conexão sem fio, a partir de locais externos ao trem (CCO, estações, bases de manutenção e pátios), conforme item “Informações Gerais” do SCT.
- Capacidade de mostrar simultaneamente diferentes informações em um monitor LCD.
- Capacidade de carga remota de imagens a partir da conexão “Ethernet” Via wireless,em conexão sem fio, a partir de locais externos ao trem (CCO, estações, bases de manutenção, via e pátios), conforme item “Informações Gerais” do SCT.

Os dados do auto diagnóstico deverão ser lidos em computadores portáteis, tipo “notebook”, equipados com “softwares” apropriados a eles instalados e também serem transmitidos através da rede ethernet, podendo ser monitorados remotamente no CCO ou posto de manutenção devidamente configurados para esta finalidade.

Também deverá ter uma porta de comunicação tipo USB e Ethernet para comunicação com o notebook de teste, onde também será possível poder monitorar todo o estado funcional e o histórico de eventos dos equipamentos de ar refrigerado.

O sistema de comando e controle também deverão ser transmitidos através da rede ethernet, podendo ser monitorados e controlados remotamente no CCO e posto de manutenção devidamente configurados para esta finalidade.

O trem deve ser equipado com um sistema de comunicação digital de dados que permitirá a transmissão de indicações e informações entre os vários equipamentos internos do trem e a cabine integrando as várias funções e facilidades de operação e no CCO.

Na indisponibilidade de conexão por porta USB e Ethernet poderá ser analisada outra proposta, desde que seja fornecido um adaptador para a porta do tipo proposto para porta USB e Ethernet sem ônus adicional, com aprovação da TRENSURB.

18 ACESSIBILIDADE

18.1 LOCAL PARA CADEIRA DE RODAS

No interior dos carros de extremidade de cada composição deverá ser previsto local para posicionamento da pessoa em cadeira de rodas, livre de obstáculos, medindo 0,80 m x 1,20 m (módulo de referência). A quantidade prevista deve ser de 2 módulos para cada carro da extremidade.

No local para acomodação da pessoa em cadeira de rodas deverá haver sinalização com o Símbolo Internacional de Acesso, na lateral interna do carro, com dimensão mínima de 0,15 m, instalada entre 1,30 m a 1,50 m em relação ao piso do trem.

O local para pessoa em cadeira de rodas (módulo de referência 0,80 m x 1,20 m) deverá ser posicionado perpendicularmente ao sentido do carro. Deverá haver barra de apoio (ou balaústre) com comprimento mínimo de 0,60 m, afastada no mínimo 4,0 cm do anteparo onde ela for fixada, para a garantia da empunhadura. A fixação da barra não deverá interferir ou reduzir a área de giro da cadeira de rodas.

18.2 ASSENTOS PREFERENCIAIS

Deverá haver no interior de cada carro assentos preferenciais com altura entre 0,41 m e 0,43 m, barra de apoio ou balaústre e espaço frontal livre maior ou igual a 0,60 m.

A quantidade de assentos preferenciais deverá ser maior ou igual a 5% do total de assentos do carro, sendo no mínimo quatro assentos preferenciais por carro.

No interior do carro a ser utilizado por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida, deverá ser previsto um assento para pessoa obesa, seguindo os seguintes parâmetros:

- ter largura equivalente a dois assentos;
- suportar carga para no mínimo 250 kg.

18.3 NÍVEL DE ILUMINÂNCIA

Os carros deverão ter um sistema de iluminação adequado que garanta um nível de iluminação conforme norma ABNT NBR 14021.

As luminárias deverão ser providas de conjuntos ópticos que evitem o ofuscamento.

18.4 COMUNICAÇÃO VISUAL

Nos carros destinados às pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida deverá haver:

- sinalização com o Símbolo Internacional de Acesso, na lateral externa do carro, junto à porta de embarque e desembarque, com dimensão mínima de 0,15 m x 0,15 m, a 1,50 m do piso;
- alarmes visuais em todas as portas, visíveis interna e externamente enquanto as portas estiverem abertas, para informar o fechamento iminente das mesmas;
- dispositivos de sinalização visual e sonora para indicar a estação em que o trem se encontra, a próxima estação, o lado de desembarque e informar anormalidade na circulação de trens;
- balaústres em cor contrastante com o ambiente e com característica fotoluminescentes (revestimento cromo diferenciado), localizados junto à porta de embarque e desembarque de pessoa com deficiência visual e junto à porta de emergência.

19 SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE BORDO

O sistema de sinalização de bordo deverá ser compatível com o atual sistema implantado na TRENSURB e descrito no ANEXO B.

Os equipamentos de bordo deverão ser instalados nas cabines de condução e operar com características de redundância.

Os equipamentos de bordo deverão ser constituídos basicamente por unidades de comunicação, processadores, unidades de interface, antenas, tacômetros, dispositivos de IHM (interface homem máquina), *data-bus*, *train-lines* e gabinetes de instalação.

Os equipamentos de bordo deverão ser projetados para operação futura em modo ATO e terão funções, tais como: movimentar o trem de acordo com a velocidade civil segura da via, garantir a distância segura de frenagem em relação ao trem à frente, garantir que o perfil de velocidade seja contínuo, garantindo o *headway*, efetuar parada precisa nas plataformas, abrir as portas, executar o tempo de parada comandado, comandar o fechamento das portas, responder aos comandos do Centro de Controle Operacional (CCO) quanto à sua partida e ao seu desempenho no trecho entre estações, monitorar a distância percorrida, possibilitar a operação em automático, semiautomático e manual, monitorar as portas do trem, o sistema de acionamento de emergência, com supervisão do operador, informar e registrar falhas, possuir autodiagnóstico e sugerir ações ao operador em caso de falha, informar o prefixo do trem para a estação e seu correspondente destino.

Os equipamentos de bordo deverão ter a capacidade de operar com trens de diferentes formações, atuando no controle dos sistemas de freio e tração, com cálculos constantes das curvas de frenagem, que em caso de falha, garantirá a segurança operacional do sistema.

O projeto executivo dos equipamentos e circuitos elétricos, bem como do software, do sistema de sinalização de bordo que envolve o Princípio de Falha Segura deverá vir acompanhado por Análise de Segurança emitida por órgão de reconhecida competência, sendo que este órgão deverá ser previamente aprovado pela TRENSURB.

O princípio de falha segura impõe que na presença de uma falha do equipamento ou de uma falha humana, o sistema deverá continuar operando em um estado previsto de segurança.

Uma falha humana ou de equipamento deverá redundar na imposição de uma condição restritiva, ou seja, que acarrete a parada ou a redução de velocidade de um TUE.

20 TREINAMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Os treinamentos dos empregados da TRENSURB para operação e manutenção dos sistemas e equipamentos especificados nesta ET deverão seguir os requisitos definidos pela TRENSURB.

A Contratada do trem deverá apresentar o programa de treinamento para capacitar os empregados da TRENSURB para a operação e manutenção dos sistemas do trem.

O programa mínimo e a quantidade de treinandos estão relacionados a seguir:

- Básico (funcional e operacional dos principais sistemas do trem): 20 pessoas da operação, 30 da manutenção e 8 da engenharia;
- Propulsão (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, motor de tração, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Freio de atrito e antideslizamento (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Suprimento de ar (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Suprimento elétrico (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Portas automáticas (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Ar refrigerado (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Rádio, sonorização, intercomunicação, rede ethernet embarcada, , sonorização, CFTV, sistema de informações sonoras e visuais, funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, programa-

ção. manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;

- Equipamento de bordo do sistema de sinalização de segurança (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Sinalização de alarmes, monitoração de falhas, data-bus e registrador de eventos (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Truque, redutor, suspensão e rodeiros (funcionalidade, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação;
- Engates (funcionalidade, manutenção em campo e oficina): 30 técnicos da manutenção, 8 da engenharia e 5 da operação.

O treinamento OPERACIONAL deverá ser realizado para os empregados, designados pela TRENSURB, cobrindo todos os aspectos do mesmo, de forma que ao final do curso, cada um deles seja capaz de operar e treinar os demais empregados sobre o sistema dentro da técnica recomendada pela Contratada, de acordo com a Aceitação Provisória do Sistema.

O treinamento de MANUTENÇÃO, deverá ser realizado para os empregados, designados pela TRENSURB, na Manutenção do sistema, cobrindo todos os principais aspectos do mesmo, de forma que ao final do curso, cada um deles seja capaz de treinar demais empregados e utilizar, sem restrições, todas as ferramentas de diagnose e outras técnicas de manutenção do sistema.

No caso do treinamento ser realizado em local externo à TRENSURB, todas as despesas de hospedagem e passagens de deslocamento serão de encargo da Contratada.

O programa a ser fornecido deverá contemplar, para cada módulo, os itens:

a) Instrução Teórica

Cursos ministrados em sala de aula, por instrutores com formação e experiência comprovada, atestada mediante análise de curriculum técnico profissional,

b) Instrução Prática

Atividades de treinamento a serem realizadas em fábrica e na TRENSURB.

Em qualquer caso, deverão ser utilizados, para fins de treinamento equipamentos similares aos que serão fornecidos para a TRENSURB.

Deverá ser utilizado, no mínimo, um equipamento para cada dois treinandos.

c) Material Didático de Apoio

Recursos audiovisuais, apostilas, manuais de treinamento, e outros;

Os cursos, demais atividades de treinamento e o material didático de apoio deverão ser fornecidos no idioma português;

Para cada treinando deverá ser fornecida uma apostila individual, abordando o conteúdo do treinamento.

Requisitos de Treinamento: Requisitos básicos de treinamento, a ser proporcionado pela Contratada, ao Corpo Técnico da TRENSURB

Programa:

Após à entrega para a TRENSURB, se for o caso, esta fará comentários e/ou proporá ajustes ao programa. Esse procedimento visa a aprovação do programa de treinamentos a ser executado.

O programa deverá, além da descrição e quantificação de atividades, possuir cronograma, e quando for o caso, indicar os pré-requisitos necessários.

Escopo do Treinamento:

O objetivo do treinamento é habilitar o pessoal da TRENSURB a efetivamente acompanhar, participar e executar atividades de montagem, instalação, testes, operação e manutenção, quando pertinentes.

Os treinamentos terão, convenientemente dosadas, abordagem técnica e prática, que permitam o entendimento do funcionamento de cada equipamento.

O treinamento deverá, tanto quanto possível, ser subdivido em unidades autônomas, isto é, espera-se o aprendizado completo sobre o equipamento, referente a uma unidade independe do ensino de outras

unidades, salvo aquelas que visam dar uma visão de conjunto da operação do Sistema.

A Contratada, ao executar o programa aprovado pela TRENSURB, proverá todos os recursos de treinamento necessários, tais como material didático, documentação, instrumental, visitas e outros.

O material didático e a documentação, que serão fornecidos aos treinandos, deverão ser escritos na língua portuguesa.

Como o material didático para o treinamento, serão utilizados os materiais de operação e manutenção, e outros recursos que se fizerem necessários, que serão providenciados pela Contratada.

O treinamento de operação e manutenção deverá ser complementado no campo, durante os testes de montagem e aceitação dos equipamentos, quando os engenheiros e técnicos da Contratada deverão prestar quaisquer esclarecimentos sobre o sistema ao corpo técnico da TRENSURB.

21 Garantia

A Contratada garantirá em razão da sua responsabilidade técnica, a correção e/ou substituição dos componentes e materiais utilizados e incorporados durante o processo de fornecimento, sem custo adicional para a TRENSURB, e garantirá ainda, a eficácia dos processos de fabricação utilizados.

Após a emissão do respectivo Termo de Recebimento Provisório – TRP de cada Trem, iniciar-se-á o respectivo período de garantia de cada Trem, mediante a emissão do respectivo Certificado de Garantia, que será distinto para cada um dos Trens e que vigerá pelo prazo de 24 (vinte e quatro) meses para os sistemas, equipamentos e componentes utilizados na fabricação ou montagem dos Trens, o qual deverá obrigatoriamente conter, entre outros dados, as condições estabelecidas nesta cláusula.

A garantia referente aos conjuntos de baterias instalados nos Trens deve ser de no mínimo 10 anos. A Contratada deverá emitir documento à TRENSURB, assumindo ou transferindo os prazos de garantia oferecidos pelo sub fornecedor das baterias à TRENSURB, após o término da garantia contratual do objeto da prestação dos serviços.

A Contratada é responsável por quaisquer danos materiais nos componentes e equipamentos, nos materiais utilizados e incorporados durante a fabricação de cada Trem, bem como pela eficácia do processo de montagem em cada Trem, obrigando-se a reparar os danos e substituir as peças que se fizerem necessárias sem ônus adicionais à TRENSURB.

A garantia deverá abranger todo e qualquer defeito de projeto, fabricação, montagem e desempenho das peças e componentes entregues;

No caso de ser comprovada a coincidência de defeitos na maioria dos equipamentos / componentes / materiais, resultante de erro de projeto ou defeito redibitório, a Contratada tomará as providências necessárias ao reprojeto e fornecimento desses equipamentos, componentes ou materiais até que o defeito seja sanado, mesmo esgotado o prazo de garantia, sem ônus para a TRENSURB.

Se a Contratada, dentro de 10 (dez) dias do recebimento da notificação emitida pela TRENSURB, não adotar providências concretas para o início do conserto ou da substituição da parte do fornecimento comprovadamente defeituosa, a TRENSURB, a seu exclusivo critério poderá mandar consertar ou substituir os equipamentos, componentes ou materiais defeituosos, por conta e risco da Contratada, sem que isso exima a mesma de suas responsabilidades contratuais.

Quando as alterações implicarem em deslocamento de equipamentos / componentes / materiais, homens, etc., ficará a cargo da Contratada o custo do transporte, das instalações da TRENSURB ao local onde serão feitas as alterações, e o custo do retorno.

A solicitação de reparo, feita dentro do prazo de garantia, obriga a Contratada a atendê-la, ainda que durante a reparação do defeito, se esgote aquele prazo.

As peças ou componentes reparados durante o período de garantia estipulado nas especificações técnicas deste contrato, terão seus prazos de garantia revalidados por idêntico período, contados da data da execução do reparo.

22 GLOSSÁRIO

Siglas e Abreviaturas

- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações;
- CAG – Controle Automático de Ganho;
- TRENSURB – Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A.;
- CPU - Central Processor Unit;
- CS - Concepção de Sistemas ;
- CCO – Centro de Controle Operacional;
- DET – Distorção Eletroacústica Total;
- IHM – Interface Homem-Máquina;
- INT – Subsistema de Intercomunicação;
- MAC e MBC - Carros de Extremidades Motorizados com Cabine
- MDPG - Mensagens Digitalizadas e Pré-Gravadas;
- MTBF - Mean Time Between Failure;
- MTTR - Mean Time to Repair;
- NPS - Nível de Pressão Sonora;
- OSI - Open System Interconection;
- PC - Personal Computer;
- PCS – Posto Central de Segurança;
- RA e RB - Carros Reboques Não Motorizados.
- RAD - Subsistema de Radiocomunicação;
- SCC – Sistema de Controle Centralizado;
- SCL - Sistema de Controle Local;
- SCMVD - Sistema de Comunicações Móveis, Voz e Dados;
- SME - Sistema de Monitoração Eletrônica;
- SON - Subsistema de sonorização ;
- TCP/IP - Transmission Control Protocol/ Internet Protocol;
- TPD - Terminal Portátil de Dados;

- TPV - Terminal Portátil de Voz;
- VMO - Subsistema de Vídeo Monitoração;

Definições

- ***Área Pública das Estações***: região de acesso público no interior das estações metroviárias, tais como, plataformas, mezaninos, linhas de bloqueios, escadas e acessos;
- ***Área Paga***: é aquela em que o usuário, para entrar, necessita de autorização de passagem dada por um bloqueio, pelo processamento de um bilhete ou cartão válidos;
- ***Área Livre***: é aquela em que o usuário circula livremente sem necessidade de autorização de passagem dada por um bloqueio;
- ***CCO***: é o Centro de Controle Operacional destinado a controlar a operação do sistema metroviário;
- ***CCS***: é o Centro de Controle de Segurança destinado a monitorar as estações e auxiliar a área de segurança da TRENSURB;
- ***Contratada***: empresa responsável pelo projeto, fabricação, montagem, instalação, testes de equipamentos e sistemas, documentação técnica, treinamento e quaisquer serviços agregados; objetos do presente fornecimento;
- ***Ethernet***: padrão de rede, baseada em cabos de par trançado, na qual os dados trafegam a uma velocidade de 10Mbits por segundo;
- ***Fast Ethernet***: padrão da rede Ethernet na qual os dados trafegam a uma velocidade de 100Mbits por segundo;
- ***Gigabit Ethernet***: padrão de rede Ethernet com velocidade de transmissão de dados até 1 Gigabit por segundo;
- ***Pátio***: é o local destinado à manutenção, manobra e estacionamento de trens; Proponente: empresa participante da presente licitação;
- ***Rádio Banda Larga*** : equipamento responsável pela interligação sem fio (wireless) dos sistemas do trem que necessitem comunicar-se com os sistemas externos ao trem. Suas características e especificações estão no Sistema de Comunicações Móveis de Voz e Dados que é escopo de outro fornecimento.
- ***Rede***: é o conjunto de equipamentos que conecta um grupo de pontos, estações e nós;
- ***Sonofletor:*** termo que define, neste projeto, uma caixa acústica

ou uma corneta acústica;

- ***TCP/IP:*** são os protocolos de comunicação básicos utilizados na Internet e redes privativas como intranet e extranet;
- ***Torre:*** é o posto de controle responsável pela movimentação dos trens no Pátio;
- ***Vias***: vias de circulação dos Trens e Veículos Auxiliares, incluindo todos túneis, os nichos, estacionamentos de trens, poços de ventilação, poços de alívio e saídas de emergência;
- ***Zona de Transferência***: região limítrofe entre a Via e o Pátio.

ANEXO A - Especificações de Rádio (RAD)

a) Aspectos Gerais

- capacidade de integrar-se à rede de radio analógica e à rede de rádio digital;
- suportar duas vias de voz e dados simultâneas no modo digital TDMA;
- integrar voz e dados;
- Ter homologação expedida pela ANATEL;
- Atender Padrão MIL-STD aplicável 810E 810F;
- Faixa de frequência de operação em VHF - 136 a 174 MHz;
- Número de canais : maior ou igual a 32;
- Codificador por subtom analógico e digital (PL e DPL);
- Variação de temperatura -30°C a 60°C;
- Modulo GPS integrado.

b) Características de recepção

- Sensibilidade analógica (12dB SINAD) : menor ou igual a 0,3 uV;
- Sensibilidade digital : menor ou igual a 0,3 uV;
- Estabilidade de frequência: melhor ou igual a 1,5ppm;
- Intermodulação -melhor ou igual a 78 dB;
- Seletividade de canal adjacente TIA603: melhor ou igual a 65 dB a12,5 kHz e 80dB a 25kHz / TIA603C :melhor ou igual a 50 dB a12,5 kHz e 80dB a 25kHz ;
- Rejeição de espúrias : 75 dB;
- Saída de áudio 3 W (interno);
- Distorção de áudio a áudio nominal : menor ou igual a 3 %;
- Emissões de espúrias conduzidas - 57 dBm ;

c) Características de Transmissão

- Espaçamento de canal 12,5 kHz / 25 kHz;

- Estabilidade de freqüência +/- 1,5 ppm ;
- Saída de potência: Potência alta 25-45 W;
- Limitação de modulação +/- 2,5 kHz a 12,5 kHz +/- 5,0 kHz a 25 kHz;
- Emissões conduzidas / irradiadas -36 dBm < 1 GHz -30 dBm > 1 GHz;
- Potência de canal adjacente (TIA603C) 60 dB a 12,5 kHz 70 dB a 25 kHz;
- Modulação FM 12,5 kHz: 11K0F3E 25 kHz: 16K0FE;

d) Acessórios

Cada transceptor móvel dos trens deverá vir acompanhado de:

- 01 (um) microfone de mão com tecla APF e cordão espiralado ;
- 01 (um) suporte de fixação do rádio;
- 01 (um) cabo de alimentação com conector e porta fusível ;
- 01 (um) kit de ferragens para instalação ;
- 01 (um) manual de operação e manutenção do rádio.
- 01 (um) Software para programação dos rádios ;
- 01 (um) conjunto de cabos para conexão do rádio ao PC;
- 01 (uma) interface Rib para conexão dos cabos;

e) Freqüências de Operação:

- Rede de Emergência - EM
  - VHF: TX 171,01MHz e RX 166,41MHz
- Rede de Operação - OP1
  - VHF: TX 170,21MHz e RX 166,19MHz;
- Rede Pátio – (PAT)
  - VHF: TX 170,85MHz e RX 166,25

ANEXO B - EQUIPAMENTO DE SINALIZAÇÃO DE BORDO

1 Introdução

O equipamento de sinalização de bordo é composto pelo sistema ATC (Controle Automático de Velocidade) e pelo sistema ATS (Controle Automático de Parada).

No sistema de Controle Automático de Velocidade (ATC), o trem capta o sinal de ATC do circuito de via em que o trem está operando e compara este sinal de ATC recebido com a velocidade real do trem. Se a velocidade do trem é maior que a velocidade indicada pelo sinal de ATC, o trem recebe o freio de serviço, o qual só é liberado após a velocidade real do trem ser inferior a velocidade limite indicada pelo sinal de ATC. Se o trem possui velocidade real inferior ou igual a velocidade indicada pelo sinal ATC, o trem trafega normalmente sem receber freio de serviço.

No sistema de Controle Automático de Parada (ATS) , o trem trafega normalmente desde que o mesmo esteja recebendo o sinal de ATS. Se o trem ultrapassar um sinaleiro com aspecto vermelho ou por algum outro motivo o trem deixar de receber o sinal de ATS, o trem receberá o freio de emergência, fazendo com que o trem pare.

O equipamento é instalado a bordo dos TUE's e capta os sinais de ATC e ATS da via de acordo com o estado do intertravamento em cada trecho, em função do distanciamento entre trens, traçado da via e outros fatores.

Com estas informações o equipamento de bordo associa este estado a um limite de velocidade, supervisionando continuamente a velocidade do trem. As funções básicas desempenhadas pelo equipamento de bordo são:

- Captar os sinais injetados nos trilhos pelo equipamento de sinalização de via;
- Indicar os códigos de velocidade impostos pela via;
- Supervisionar os limites de velocidade impostos pela via;
- Indicar a velocidade real;

O equipamento de bordo tem como responsabilidade principal a garantia da condução segura dos trens. Adicionalmente, tem a capacidade de contribuir

para a otimização operacional evitando transições tração/freio, reduções de velocidade e aplicações de freio desnecessárias.

Os sinais de ATC são formados pela combinação de dois sinais senoidais com frequências na faixa de 870Hz a 930Hz. O sinal de ATS utiliza a frequência de 60Hz.

Os sinais de via são basicamente:

- 60 Hz - sinal de ATS
- Combinação 870 Hz e 880 Hz - sinal de ATC código 90
- Combinação 920 Hz e 930 Hz - sinal de ATC código 70
- Combinação 880 Hz e 920 Hz - sinal de ATC código 50
- Combinação 870 Hz e 920 Hz - sinal de ATC código 30
- Combinação 880 Hz e 930 Hz - sinal de ATC código “X”

2 Características do Sinal de Via

A determinação do código de via depende exclusivamente dos sinais recebidos pelas antenas do trem. A tensão induzida nas antenas vem do acoplamento das bobinas com o campo eletromagnético gerado pelos sinais de ATC e ATS que circulam nos trilhos.

Os códigos presentes na via têm as seguintes características:

Código	Frequências Nominais	Corrente
ATC	920 Hz, 930Hz, 870 Hz e 880 Hz	> 250 mA
ATS	60 Hz	> 4 A

3 Supervisão da Velocidade do Trem

Quando o trem atinge uma velocidade de 0,2km/h acima da velocidade máxima permitida, o ATC de bordo comanda uma aplicação de frenagem plena de serviço e o corte de tração. A tração e o sistema de freios são liberados quando a velocidade atinge 1,9km/h abaixo da velocidade máxima permitida.

A seguir é mostrada a tabela com os valores padrões de velocidade:

Código de Velocidade	Freio	
	Atuação	Desatuação
X	30,2	28,1
30	30,2	28,1
50	50,2	48,1
70	70,2	68,1
90	90,2	88,1

4. Interface Homem Máquina

4.1 Condições de Funcionamento

Para que o sistema ATC/ ATS de bordo seja ativado, as seguintes condições devem ser satisfeitas:

A chave de liberação do ATC deve estar na posição “LIGA” e/ ou a chave de corte de ATS deve estar na posição “LIGA”;

O disjuntor “ATC/ ATS” deve estar na posição “LIGA”;

A chave de comando da cabine deve estar na posição “L” (LIDER) e a da cabine oposta em “C” (CAUDA)

4.2 Painel de Chaves

O painel de chaves possui as seguintes chaves e indicadores:

- Chave de corte do ATC
- Chave de rearme do ATS
- Chave de corte do ATS
- Chave de rearme do ATC
- Chave de liberação do ATC
- Indicador “ATC” (zona de ATC) e “N.ATC” (zona sem ATC)
- Indicador “BE” (freio de emergência aplicado) e “ N.BE” (freio de emergência liberado).

Chave de corte do ATC

A chave de corte do ATC é utilizada para desligar o receptor de ATC em caso de problemas no mesmo ou na possibilidade da ausência do sinal de ATC. Se a chave de corte do ATC for posicionada em “DESLIGADO” o TUE ficará com sua velocidade máxima limitada em 50 km/h.

Chave de rearme do ATS

A chave de rearme do ATS é utilizada para rearmar o sistema do ATS uma vez que foi atuado o freio de emergência pelo sistema de ATS.

Chave de corte do ATS

A chave de corte do ATS é utilizada para desligar o sistema de ATS no caso de problemas no mesmo, ou da perda do sinal de ATS. Se a chave de corte do ATS for colocada na posição “DESLIGA”, o TUE ficará limitado a uma velocidade máxima de 30km/h.

Chave de rearme do ATC

A chave de rearme do ATC é utilizada para memorizar a zona sem ATC. Se a alimentação do sistema de ATC é desligada, quando for religada novamente, o sistema não liberará o freio de emergência, no caso de não haver sinais de ATC e ATS (como no pátio de manobras). Neste caso, é necessário rearmar o sistema de ATC.

Chave de liberação do ATC

Esta chave libera o sistema de ATC, ou seja, o TUE não fica limitado por código de velocidade de ATC.

Indicador “ATC” e “N.ATC”

O indicador de “ATC” estará ativo quando o sistema de ATC de bordo recebe o sinal de ATC (zona de ATC) e o indicador “N. ATC” estará ativo quando o TUE estiver em uma zona sem ATC. Este indicador será ativado quando o TUE receber o código “X” ou a chave de rearme do ATC for acionada.

Indicador “BE” e “ N.BE”

O indicador “N. BE” (freio de emergência liberado) estará ativo quando o freio de emergência não for aplicado. O indicador “BE” (freio de emergência aplicado) estará ativado quando o TUE deixar de receber o sinal de ATS e for aplicado freio de emergência.

Obs.1: No caso das chaves de Corte do ATC e Corte do ATS serem posicionadas simultaneamente em “DESLIGA”, o TUE ficará limitado a uma velocidade de 50km/h.

Obs.2: Se a chave de Liberação do ATC e a chave de corte do ATS forem posicionadas simultaneamente em “DESLIGA”, a alimentação dos equipamentos ATC/ATS de bordo será cortada. Porém, as válvulas magnéticas SBV (válvula do freio de serviço) e EBV (válvula do freio de emergência) permanecem energizadas.

A tabela abaixo apresenta as condições de velocidade e do ATS em função do posicionamento das chaves.

CHAVE CORTE ATC	CHAVE CORTE ATS	CHAVE LIBERA ATC	VELOCIDADE	ATS
LIGADA	LIGADA	LIGADA	CAB-SIGNAL	NORMAL
LIGADA	LIGADA	DESLIGADA	LIBERADA	NORMAL
LIGADA	DESLIGADA	LIGADA	30 Km/h	INOPERANTE
LIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	LIBERADA	INOPERANTE
DESLIGADA	LIGADA	LIGADA	50 Km/h	NORMAL
DESLIGADA	LIGADA	DESLIGADA	LIBERADA	NORMAL
DESLIGADA	DESLIGADA	LIGADA	50 Km/h	INOPERANTE
DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	LIBERADA	INOPERANTE

ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO DE FALHAS POR SISTEMA

De acordo com a definição dos tipos de falha, a classificação de falhas por sistema seguirá os critérios apresentados nas tabelas a seguir:

Caixa

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
ESTRUTURA DA CAIXA;	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS	DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA ESTRUTURAL	PEQUENOS DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) COM POSSIBILIDADE DE PROPAGAÇÃO
REVESTIMENTOS INTERNOS (PISO, CABINA E SALÃO);	FALHA NO PISO (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS	DEFEITOS NO PISO (FURO, RASGO) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA DE SEQURANCA	PEQUENOS DEFEITOS NO PISO (FURO, RASGO, DESCOLAMENTO)
JANELAS;	-	FALHA (QUEBRADA, SOLTA) NAS JANELAS DO SALÃO	DEFEITOS (TRINCAS) NAS JANELAS DO SALÃO
BANCOS (PASSAGEIRO E CONDUTOR);	FALHA NO ASSENTO DO CONDUTOR QUE IMPOSSIBILITE A OPERAÇÃO	FALHA NO ASSENTO DO CONDUTOR QUE DIFICULTE CONSIDERAVELMENTE A OPERAÇÃO	FALHA NOS BANCOS DOS PASSAGEIROS
PARA-BRISA, LIMPADOR DE PARA-BRISA E ESGUICHO D'ÁGUA;	PERDA DO LIMPADOR DE PARA-BRISA DO LADO DO CONDUTOR, FALHA DO PARA-BRISA (QUEBRADO, SOLTO)	-	PERDA DO LIMPADOR DE PÁRA BRISA DO LADO DO CARONA, PERDA TOTAL DO ESQUICHO D'ÁFLUA
PASSADIÇO DA PASSAGEM DE INTERCIRCULAÇÃO;	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS	DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA ESTRUTURAL	PEQUENOS DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) COM POSSIBILIDADE DE PROPAGAÇÃO
BUZINA (SISTEMA);	PERDA TOTAL DA BUZINA	-	PERDA PARCIAL DA BUZINA (MENOR INTENSIDADE SONORA)
ESPELHO EXTERNO E QUEBRA-SOL;	-	-	FALHA NO ESPELHO EXTERNO E NO QUEBRA-SOL

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
LIMPA TRILHOS E SUPORTES SOB ESTRADO	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA, QUEDA DE EQUIPAMENTOS NA VIA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS	DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA ESTRUTURAL	PEQUENOS DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) COM POSSIBILIDADE DE PROPAGAÇÃO
MÁSCARA	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS	DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA ESTRUTURAL	PEQUENOS DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) COM POSSIBILIDADE DE PROPAGAÇÃO

Freio

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
COMANDO E CONTROLE, EQUIPAMENTOS PNEUMÁTICOS INSTALADOS NA CAIXA;	FALHAS QUE DEGRADAM O FREIO EM MAIS DE 25 DE SUA CAPACIDADE NOMINAL	FALHAS QUE DEGRADAM O FREIO EM ATÉ 25 DE SUA CAPACIDADE NOMINAL	FALHAS QUE NÃO PROVOCAM DEGRADAÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL
EQUIPAMENTO DE FRENAGEM INSTALADO NO TRUQUE;	FALHAS QUE DEGRADAM O FREIO EM MAIS DE 25 DE SUA CAPACIDADE NOMINAL	FALHAS QUE DEGRADAM O FREIO EM ATÉ 25 DE SUA CAPACIDADE NOMINAL	FALHAS QUE NÃO PROVOCAM DEGRADAÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL

Observação: As falhas de degradação da tração ou freio devem ser consideradas sempre no sentido de marcha.

Iluminação

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
ILUMINAÇÃO INTERNA NORMAL, ILUMINAÇÃO INTERNA DE EMERGÊNCIA;	PERDA TOTAL DA ILUMINAÇÃO INTERNA (NORMAL + EMERGÊNCIA) DE UM OU MAIS CARROS	PERDA DE 50 OU MAIS DA ILUMINAÇÃO INTERNA (NORMAL + EMERGÊNCIA) DE UM OU MAIS CARROS	PERDA DE ATÉ 50 DA ILUMINAÇÃO INTERNA (NORMAL + EMERGÊNCIA) DE UM OU MAIS CARROS

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
ILUMINAÇÃO EXTERNA (FARÓIS, LANTERNAS);	PERDA TOTAL DOS FARÓIS OU PERDA TOTAL DAS LANTERNAS TRASEIRAS	PERDA PARCIAL (50) DOS FARÓIS E/OU PERDA PARCIAL (50) DAS LANTERNAS TRASEIRAS	FALHA DE ILUMINAÇÃO EXTERNA QUE NÃO PROVOQUE PERDA DE FARÓIS OU LANTERNAS (APENAS FAROL ALTO, OU APENA FAROL BAIXO)
ILUMINAÇÃO DA CABINA		PERDA TOTAL DA ILUMINAÇÃO DA CABINA (LUMINÁRIO E SPOT)	PERDA PARCIAL DA ILUMINAÇÃO DA CABINA (LUMINÁRIO OU SPOT)

Suprimento Elétrico

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
ALIMENTAÇÃO CORRENTE ALTERNADA (CA)	PERDA TOTAL DA ALIMENTAÇÃO CA DO TREM (100)	PERDA PARCIAL (INFERIOR À 100) DA ALIMENTAÇÃO CA DO TREM	FALHAS QUE NÃO PROVOCAM PERDAS DE ALIMENTAÇÃO
ALIMENTAÇÃO CORRENTE CONTÍNUA (CC)	PERDA TOTAL DA ALIMENTAÇÃO CC DO TREM (100)	PERDA PARCIAL (INFERIOR À 100) DA ALIMENTAÇÃO CC DO TREM	FALHAS QUE NÃO PROVOCAM PERDAS DE ALIMENTAÇÃO

Tração

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLE, INVERSORES ESTÁTICOS, MOTORES DE TRAÇÃO;	FALHAS QUE DEGRADAM A TRAÇÃO E/OU O FREIO REGENERATIVO EM MAIS DE 25 DE SUA CAPACIDADE NOMINAL	FALHAS QUE DEGRADAM A TRAÇÃO E/OU O FREIO REGENERATIVO EM ATÉ 25 DE SUA CAPACIDADE NOMINAL	FALHAS QUE NÃO PROVOCAM DEGRADAÇÃO DA TRAÇÃO E/OU DO FREIO REGENERATIVO

Observação: As falhas de degradação da tração ou freio devem ser consideradas sempre no sentido de marcha.

Portas

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
PORTAS DA CABINA;	-	FALHA QUE AFETE A SEGURANÇA DO PILOTO (PORTA PERMANENTEMENTE ABERTA)	DEFEITOS NAS PORTAS QUE NÃO PREJUDICAM A OPERAÇÃO
PORTAS DA PASSAGEM DE INTERCIRCULAÇÃO;	-	FALHA QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS (PORTA PERMANENTEMENTE ABERTA)	PEQUENOS DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) COM POSSIBILIDADE DE PROPAGAÇÃO
PORTAS DE SALÃO, COMANDOS E CONTROLES, MECANISMOS DE ACIONAMENTO, INTERTRAVAMENTOS DE SEGURANÇA;	FALHA QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS (PORTA PERMANENTEMENTE ABERTA) OU FALHAS QUE PROVOQUEM A ISOLAÇÃO DE MAIS DE UMA PORTA DO TREM	FALHAS QUE PROVOQUEM A ISOLAÇÃO DE UMA PORTA NO TREM	FALHAS QUE NÃO PROVOQUEM ISOLAÇÃO DE PORTA
FECHADURAS, BORRACHAS DE VEDAÇÃO, JANELAS DE PORTAS E MECANISMOS;	-	FALHA QUE AFETE A SEGURANÇA DO PILOTO OU DOS PASSAGEIROS (PORTA PERMANENTEMENTE ABERTA)	DEFEITOS QUE NÃO REJUDICAM A OPERAÇÃO
SINALIZAÇÃO DE PORTAS	PERDA TOTAL DE SINALIZAÇÃO DE FECHAMENTO DE PORTAS (SONORA E VISUAL)	PERDA TOTAL DE SINALIZAÇÃO DE FECHAMENTO DE PORTAS (SONORA OU VISUAL)	PERDA DA SINALIZAÇÃO VISUAL DE UMA PORTA

Suprimento de Ar

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
COMPRESSORES PRINCIPAL E AUXILIAR, TRATAMENTO DE AR, TUBULAÇÃO E RESERVATÓRIOS;	FALHA NO SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO QUE PROVOQUE O ACIONAMENTO DO FREIO DE EMERGÊNCIA	FALHA NO SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO QUE PROVOQUE O AUMENTO DO CICLO DE TRABALHO	FALHAS QUE NÃO GERAM PERDA

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (E-VACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DE-SEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
		DOS COMPRESSORES PARA SUPRIR A DEMANDA (PERDA DE UM COMPRESSOR, VAZA-MENTOS SIGNIFICATIVOS, ETC)	SIGNIFICATIVA DO SUPRIMEN-TO DE AR COMPRIMIDO

Sistema de Informação e Comunicação

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (E-VACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DE-SEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
SONORIZAÇÃO (CONTROLES, AMPLIFICADOR, AUTOFALAN-TES, INTERCOMUNICADORES);	PERDA TOTAL DA SONORIZA-ÇÃO EM UM CARRO OU PERDA DE TODOS OS INTERCOMUNI-CADORES		PERDA PARCIAL DA SONORI-ZAÇÃO EM UM CARRO (PERDA DE 1 INTERCOMUNICADOR)
INDICADOR DE DESTINO;		PERDA TOTAL DE UM INDICA-DOR DE DESTINO DO TREM	PERDA PARCIAL DO INDICA-DOR DE DESTINO (MAIS DE 8 DOS PIXEIS)
DISPLAY INTERNO; MONITOR DE VÍDEO; CAMARÁ INTERNA	-	FALHAS QUE PREJUDIQUEM A COMUNICAÇÃO COM O USUÁ-RIO	FALHAS QUE NÃO INTERFEREM NA OPERAÇÃO
TRANSCEPTOR PARA USO MÓVEL VHF/FM, FAIXA DE FREQUÊNCIA 148À174MHZ	PERDA TOTAL DA COMUNICA-ÇÃO COM O CCO	PERDA PARCIAL DA COMUNICAÇÃO COM O CCO	FALHAS QUE NÃO INTERFEREM NA OPERAÇÃO

Engates

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
ENGATES SEMIPERMANENTES;	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS; FALHAS QUE PROVOQUEM IMOBILIZAÇÃO DO TREM	DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA ESTRUTURAL; FALHAS QUE NÃO PROVOQUEM IMOBILIZAÇÃO IMEDIATA DO TREM	DEMAIS FALHAS
ENGATES AUTOMÁTICO	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS; FALHAS QUE PROVOQUEM IMOBILIZAÇÃO DO TREM	DEFEITOS (TRINCAS E/OU DEFORMAÇÕES) DE PROPORÇÕES SIGNIFICATIVAS COM RISCO DE FALHA ESTRUTURAL; FALHAS QUE NÃO PROVOQUEM IMOBILIZAÇÃO IMEDIATA DO TREM	DEMAIS FALHAS

Truques

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
ARMAÇÃO, SUSPENSÃO, MOLAS, AMORTECEDORES, RODEIROS, REDUTORES, LIGAÇÃO CAIXA TRUQUE,	FALHA ESTRUTURAL (RUPTURA) QUE AFETE A SEGURANÇA DOS PASSAGEIROS	FALHAS QUE AFEIEM A DINÂMICA DE MOVIMENTO E O CONFORTO	DEMAIS FALHAS
LUBRIFICADOR DE FRISO	FALHA QUE AFETE OS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO (PN E/OU ELE) DE MODO A NÃO PERMITIR A OPERAÇÃO DO TREM	FALHA QUE AFETE OS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO (PN E/OU ELE) DE MODO A PERMITIR A OPERAÇÃO DO TREM SOMENTE ATÉ O FINAL DE VIAGEM	NÃO EXECUTA SUAS FUNÇÕES PROGRAMADAS (EXCESSO OU FALTA DE LUBRIFICAÇÃO)

Comando, Controle e Monitoramento

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLE, INDICADORES E COMPONENTES DE ACIONAMENTO NO CONSOLE;	FALHAS NOS EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLE QUE IMPEÇAM A OPERAÇÃO SEGURA DO TREM	FALHAS NOS EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLE QUE PERMITAM A OPERAÇÃO DEGRADADA DO TREM COM PERDA DE ALGUMAS FUNÇÕES PORÉM NÃO RELACIONADAS COM A SEGURANÇA	FALHAS NOS EQUIPAMENTOS DE COMANDO E CONTROLE QUE PERMITAM A OPERAÇÃO DEGRADADA DO TREM COM PERDA DE ALGUMAS FUNÇÕES SECUNDÁRIAS OU REDUNDANTES
EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO ("DATABUS");	FALHAS NOS EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO QUE IMPEÇAM A OPERAÇÃO SEGURA DO TREM	FALHAS NOS EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO QUE PERMITAM A OPERAÇÃO DEGRADADA DO TREM COM PERDA DE ALGUMAS FUNÇÕES PORÉM NÃO RELACIONADAS COM A SEGURANÇA	FALHAS NOS EQUIPAMENTOS DE MONITORAMENTO QUE PERMITAM A OPERAÇÃO DEGRADADA DO TREM COM PERDA DE ALGUMAS FUNÇÕES SECUNDÁRIAS OU REDUNDANTES

As falhas de degradação da tração ou freio devem ser consideradas sempre no sentido de marcha.

Climatizador

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
CLIMATIZADOR DO SALÃO, COMANDO E CONTROLE DO CLIMATIZADOR	PERDA COMPLETA DA REFRIGERAÇÃO E DA VENTILAÇÃO EM UM CARRO	PERDA COMPLETA DA REFRIGERAÇÃO MAS NÃO DA VENTILAÇÃO EM UM CARRO; PERDA DE 50% DA VENTILAÇÃO E 50% DE REFRIGERAÇÃO	PERDA PARCIAL DA REFRIGERAÇÃO OU DA VENTILAÇÃO DE UM CARRO

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
CLIMATIZADOR DA CABINA	-	PERDA COMPLETA DA REFRIGERAÇÃO E DA VENTILAÇÃO EM UMA CABINA	PERDA COMPLETA DA REFRIGERAÇÃO MAS NÃO DA VENTILAÇÃO EM UMA CABINA

Alta Tensão

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
PANTÓGRAFO;	PERDA DE 2 PANTÓGRAFOS	-	PERDA DE UM DOS PANTÓGRAFOS
DISJUNTOR PRINCIPAL, SPDA;	PERDA DE UM DISJUNTOR OU UM PÁRA-RAIO	-	DEFEITOS QUE NÃO IMPEÇAM A OPERAÇÃO DO TREM

Sinalização de Bordo - ATC

CATEGORIA DE FALHA	TIPO A (SIGNIFICANTE)	TIPO B (MAIOR)	TIPO C (MENOR)
EFEITO NA OPERAÇÃO	OPERAÇÃO IMPOSSÍVEL (EVACUAÇÃO E/OU REBOQUE)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 1 (TÉRMINO DA VOLTA – DESEMPENHO DEGRADADO)	OPERAÇÃO EMERGÊNCIA 2 (PROGRAMAÇÃO DE PARADA)
EQUIPAMENTOS DE CAPTAÇÃO DE VELOCIDADE, DE SINAL DE VIA, DE ACELERAÇÃO, PROCESSAMENTO E DE COMUNICAÇÃO.	PERDA DAS FUNÇÕES QUE OBRIGUE O DESEMBARQUE DOS USUÁRIOS NA PRIMEIRA ESTAÇÃO	OPERAÇÃO DEGRADADA AFETANDO A GRADE DE CIRCULAÇÃO	FALHAS QUE NÃO AFETAM A SEGURANÇA E A OPERACIONALIDADE NORMAL DO TREM

SISTEMA	MKBF (km)
CAIXA (cabina, console, salão de passageiros, bancos, fechaduras, limpador de para-brisa, janelas, etc.)	200.000

Índices de Confiabilidade

Os sistemas do trem deverão atender os requisitos mínimos de confiabilidade estabelecidos na tabela a seguir, conforme a norma MIL-HDBK- 338, MIL-HDBK- 217 e MIL-STD-721 ou IEC 62278 - “Railway Applications – Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety”.

As falhas ou defeitos apresentados durante os testes de aceitação, nos 3 meses ou nos 36.000km iniciais de operação do trem não deverão ser computadas no cálculo de confiabilidade.

Para que a verificação dos índices de confiabilidade seja válida, o Metrô seguirá os procedimentos do “Plano de Manutenção Preventiva” do Fabricante e seus Subfornecedores.

Para efeito de cálculo, deverá ser considerada a frota de trens e respectivos equipamentos e sistemas, funcionando durante 20 horas por dia, durante 30 dias por mês.

O MKBF é a distância média, em quilômetros, acumulada em cada um dos carros entre uma falha e a subseqüente em cada um dos sistemas dos trens.

Na tabela a seguir estão agrupados os equipamentos e componentes de cada sistema com os MKBF´s mínimos. O Fabricante deverá garantir na proposta o MKBF, igual ou maior aos valores de cada um dos sistemas do trem:

FREIO (unidade de comando de freio, unidade operante pneumático, unidade anti-deslizamento e anti-patinação, freio de estacionamento, válvulas, mangueiras, etc.)	150.000
ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO (Reatores, inversores de emergência, instrumentação do console, velocímetro, odômetro, monitor de vídeo, anunciadores de falhas, mapa da linha, indicador de destino, etc.)	60.000
SUPRIMENTO ELÉTRICO Pantógrafos, disjuntores principais, inversores auxiliares, bateria, retificadores, conversor, painéis de comandos, chaves, botoeiras, fontes, etc.)	150.000
PROPULSÃO (equipamento de comando e controle, inversor de tração, motores de tração, contatores, chaves de manobra, etc.)	60.000
PORTAS (equipamento de comando, mecanismo de acionamento das portas e conjunto das folhas, etc.)	100.000
SUPRIMENTO DE AR (unidade compressora, unidade de tratamento de ar e painel de comando, etc.)	200.000
AR REFRIGERADO E CONTROLE - CLIMATIZAÇÃO (painel de comando e conjunto motor ventilador, motor compressor, etc.)	60.000
COMUNICAÇÃO (fontes, amplificadores e unidade de controle, etc..)	150.000
ACOPLAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO (engates, mangueiras, cabos de conexões ("jumpers"))	1.000.000
TRUQUE (Estrutura, suspensões, rodeiros, redutores, mecanismo de freio	500.000
CONTROLE DE BORDO	50.000
SISTEMA "DATA BUS"	150.000

SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO	150.000

A disponibilidade do trem deverá ser de, no mínimo, 99%.

Comprovação e Garantias

Para comprovação dos requerimentos de confiabilidade, serão definidos 3 períodos: P1, P2 e P3.

P1 – Primeiros 6 meses após a data de entrada em operação comercial de pelo menos 45% dos Trens do objeto do fornecimento contratual;

P2 – No mínimo, próximos 12 meses após P1;

P3 – No mínimo, próximos 6 meses após P2;

Durante o período P1, nenhuma comprovação será exigida, porém serão apontadas as falhas e a quilometragem dos Trens. A Contratada e a TRENSURB poderão utilizar esses dados para realização de análises estatísticas que julgarem convenientes.

Durante o período P2, será medido trimestralmente o MKBF de cada sistema e comparado com as metas estabelecidas. Cada sistema deverá atender as metas por, no mínimo, 3 trimestres durante o período P2. Se durante o transcorrer do período P2 não forem atingidas as metas em 2 trimestres haverá a interrupção da contagem do período P2 como também do tempo de garantia. Durante o período de interrupção a Contratada deverá tomar as providencias visando melhorar o desempenho do sistema. Após a informação da Contratada que o sistema está apto para reiniciar a avaliação será iniciado o período P3, bem como será retomada a contagem do período de garantia. O período P2 deverá ser estendido num prazo suficiente para que 100% dos Trens do fornecimento sejam avaliados em pelo menos seis meses.

Para os sistemas que não atenderem as metas durante o período P2, será estendida a observação durante o período P3, e caso as metas não sejam atendidas nos dois trimestres de P3, as garantias do sistema serão estendidas até que seja comprovado o atendimento às metas em um intervalo consecutivo de 3 meses.

Relatório de Demonstração

No final de cada trimestre, durante o período de validação da confiabilidade, a Contratada deverá apresentar um relatório considerando as falhas do período, para que seja observado o atendimento das metas estipuladas.

Antes do término da garantia, a Contratada deverá apresentar um relatório final de demonstração da confiabilidade observada em campo.

Caso a garantia de algum sistema tenha que ser estendida, a Contratada deverá elaborar outro relatório para demonstrar a evolução da confiabilidade desses sistemas.

CICLO DE MANUTENÇÃO

O ciclo da inspeção periódica não deverá ser inferior 15.000 km de operação. Entendendo-se por inspeção periódica aquela em que somente são verificados itens de segurança de uma forma visual, sem haver a obrigatoriedade preventiva de troca, regulagens ou ajustes em qualquer equipamento.

O ciclo de manutenção preventiva deverá ser realizado a cada 30. 000 km de operação, contendo revisões de maior porte até a revisão geral do trem.

Todos os equipamentos mecânicos, elétricos e eletrônicos deverão ter suas manutenções preventivas em intervalos múltiplos da inspeção periódica. O ciclo de revisão geral deverá ser de no mínimo 1.200.000 km de operação.

Desde que justificados tecnicamente e baseados em experiência de maquinistas de sistemas similares, poderão ser propostos para análise, outros valores.

Deverá ser fornecido pela Contratada um Plano de Manutenção onde deverá constar o procedimento detalhado de todas as atividades preventivas e os resultados esperados, com os respectivos intervalos de execução.

DURABILIDADE MÍNIMA DE COMPONENTES QUE ESTÃO SUJEITOS A DESGASTE E VIDA MÍNIMA ESPERADA DESSES COMPONENTES

Considerando que para as peças e equipamentos sujeitos a desgaste a Contratada deverá utilizar parâmetros de cálculo e materiais que proporcionem uma alta confiabilidade, a TRENSURB espera que esses componentes tenham valores elevados de vida útil mínima. Desta forma indicamos a seguir, uma durabilidade mínima esperada para peças e componentes.

COMPONENTE / PEÇA DE DESGASTE	VIDA ÚTIL MÉDIA PROVÁVEL (QUILOMETRAGEM, HORAS DE
Palhetas do limpador de para-brisa	Mínimo de 12 meses
Lampadas incandescentes	Mínimo de 1.400 h de operação de trem
Farol	Mínimo de 2.800 h operação de trem
Iluminação LED	Mínimo de 30.000 h operação contínua
Secador	Mínimo de 10.000 h de funcionamento do compressor
Rodas	Mínimo de 800.000 km
Pastilha de freio	Mínimo de 240.000 km
Discos de freio	Mínimo de 1.200.000 km
Escovas de aterramento	Mínimo de 1.500.000 km
Filtro climatizador	Mínimo de 3 mêses
Pantógrafo - Laminas de contato	Mínimo de 72.000 km
Disjuntor principal - Peças mecânicas de desgaste	Mínimo de 50 000 manobras
Policarbonato (placas)	Mínimo de 10 anos
Contatos de contatores, relés e chaves	Mínimo de 1 milhão de manobras
Rolamento de motores auxiliares	Mínimo de 20.000 h
Escova do motor de portas (se for o caso)	Mínimo de 3 milhões de ciclos
Escova de aterramento das folhas de portas	Mínimo 6 milhões de ciclos
Rolamentos de rodeiros	Mínimo de 2.400.000 km
Rolamento do motor de tração	Mínimo de 1.200.000 km

As peças e componentes que tenham sua expectativa de vida menor que o período de garantia deverão ter sua duração acompanhada e, portanto comprovada. Esse acompanhamento servirá também para determinar o que é uma falha prematura e o que é um desgaste normal. Falha prematura está sujeita à garantia e, portanto, à comprovação do MKBF.

Os componentes que têm uma expectativa de vida maior que o período de garantia, deverão ter, estimadas por cálculos, quando possível, a projeção da vida útil, e comparadas com as estimativas acima propostas.

Os valores indicados representam a expectativa de vida útil mínima esperada pela TRENSURB, desejando-se que a Contratada utilize equipamentos e componentes que tenham uma maior durabilidade.

PLANO DE CONFIABILIDADE, DISPONIBILIDADE, MANUTENIBILIDADE E SEGURANÇA -CDMS

Deverá ser fornecido um estudo de CDMS, elaborado por uma entidade independente e reconhecidamente habilitada, comprovando os requisitos da especificação. Especialmente para os sistemas de portas, freios, “data-bus”, Climatizador e ATC, este estudo deverá incluir uma análise de modos críticos de falhas e seus efeitos - FMECA.

PLANO DE INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA - EMC

A Contratada deverá apresentar um estudo de compatibilidade eletromagnética considerando o Trem e todos os sistemas que o envolvem. Este estudo deverá considerar a compatibilidade entre os subsistemas que constituem o Trem, entre o Trem e o meio ambiente e vice-versa. Deverá ser obedecida a norma EN 50121 em todas suas partes.

O valor da corrente proveniente de sinais espúrios (não modulados) não deve ultrapassar 2 A. Esta informação a necessidade de testes em fábrica para garantir a não-interferência.

Cabe ressaltar que independentemente do cumprimento da Norma, a Contratada é responsável por qualquer interferência que ocorra nos equipamentos do trem e também dos trens que circulam nas linhas da TRENSURB.

ANEXO D – Gabarito Dinâmico

Informações fornecidas em CD, apensado a esse documento.

ANEXO E – Requisitos de comportamento ao fogo dos materiais

MATERIAL	AUTOEXTINGUILIDADE	PROPAGAÇÃO DO FOGO (NFPA 130)	DENSIDADE ÓTICA DE FUMAÇA (pior condição) (NFPA 130).	CONCENTRAÇÃO DE GASES TÓXICOS (BSS7239) (PPM maximum)[1]	
Plástico Reforçado com Fibra de Vidro (Composite) e gel coat para revestimento	Conforme especificação FAA – Code of Federal Regulations – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Paragraph (a) (1) (i) – "molded and thermoformed Partes..."	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Other Vehicle Components" - Função: "Seat..." Norma ASTM E 162; Is ≤ 35	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Other Vehicle Components" – Função: "Seat..." Norma ASTM E 662; Ds (1,5) ≤ 100; Ds (4) ≤ 200	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Borracha	—	Índice de propagação de chama: Is ≤ 35. Conforme Norma ASTM E 162	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Elastomers" – Função: "Window gaskets, door nosing, ..." Norma ASTM E 662 ;Ds (1,5) ≤ 100; Ds(4) ≤ 200	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Policarbonato	Autoextinguível	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Other Vehicle Components" - Função: "Light diffusers, windows..." Norma ASTM E 162; Is ≤ 100.	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Other Vehicle Components" - Função: "Light diffusers, windows..." Norma ASTM E 662 ;Ds (1,5) ≤ 100; Ds (4) ≤ 200	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Isolamento Termo Acústico	Conforme especificação FAA – Code of Federal Regulations – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Parte VI ("Test Method To Determine the Flammability and Flame Propagation Characteristics of Thermal/Acoustic Insulation Materials") (h) (1) (2) e Partee VII ("Test Method To Determine the Burnthrough Resistance of Thermal/Acoustic Insulation Materials") (h) (1) (2)	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Other Vehicle Components" - Função: "Thermal and acoustic insulation..." ASTM E 162 ; Is ≤ 25.	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Other Vehicle Components" - Função: "Thermal and acoustic insulation..." Norma ASTM E 662 ; Ds(4) ≤ 100.	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100

[1]Teste efetuado de acordo com os mesmos criterios adotados pela Norma Boeing BSS 7239 .

ANEXO E - CONTINUAÇÃO

MATERIAL	AUTOEXTINGUILIDADE	PROPAGAÇÃO DO FOGO (NFPA 130)	DENSIDADE ÓTICA DE FUMAÇA (pior condição) (NFPA 130)	CONCENTRAÇÃO DE GASES TÓXICOS (BSS7239) (PPM maximum)[1]	
Painel de Revestimento Plano (não em plastico reforçado)	Conforme especificação FAA – Code of Federal Regulations – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Paragraph (a) (1) (i) – "interior ceiling panels, interior wall panels..."	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Paragraph (a) (1) (i) – "interior ceiling panels, interior wall panels..."	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: Other Vehicle Components – Function: wall and ceiling panels..."	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Placa de Comunicação Visual	Conforme especificação FAA – Code of Federal Regulations – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Paragraph (a) (1) (i) – "interior ceiling panels, interior wall panels..."	Conforme especificação FAA – Code of Federal Regulations – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Paragraph (a) (1) (i) – "interior ceiling panels, interior wall panels..."	Conforme especificação FAA – Code of Federal Regulations – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Par V–b	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Revestimento de Piso	—	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: " Other Vehicle Components" - Função: "Floor covering..." Conforme Norma ASTM E 648; CRF ≥ 5 kW/m²	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Other Vehicle Components" – Função: "Floor covering..." ASTM E 662 ;Ds (1,5) ≤100 ;Ds(4) ≤ 200	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Materiais isolantes para condutores eletricos	O tempo de extinção da chama deverá ser < 70 segundos; um mínimo de 50 mm de isolação (contando a Parteir da ponta superior do corpo de provas) não deverá queimar, conforme a Norma ISO 6722		Transmitância > 50%	Conforme Norma ISO 6722	Isento de Halogênio, conforme Norma IEC 60754–2 – Índice de toxidez: < 1,5, conforme Norma CEI 20–37
Adesivos e calafetadores para uso geral	—	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Other Vehicle Components Function: Thermal and accoustic insulation..." ASTM E 162; Is ≤ 35	Conforme FRA specification – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Other Vehicle Components Function: Thermal and accoustic insulation..." ASTM E 662 ;Ds (1,5) ≤100 ; Ds(4) ≤ 200	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100
Material do Piso	ABNT NBR 7356 – "Plásticos - Determinação da Ramabilidade" Categoria 3 ou superior	Conforme especificação FRA – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Other Vehicle Components Function: Thermal and accoustic insulation..." ASTM E 162; Is ≤ 35	Conforme FRA specification – Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: "Other Vehicle Components Function: Thermal and accoustic insulation..." ASTM E 662 ;Ds (1,5) ≤100 ; Ds(4) ≤ 200	CO	3500
				HF	200
				NO2	100
				HCL	500
				HCN	150
				SO2	100

[1]Teste efetuado de acordp com os mesmos criterios adotados pela Norma Boeing BSS 7239

ANEXO F – Pesquisa de preços de TUEs adquiridos por empresas da Administração pública

CONTRATANTE	QUANT. TOTAL (TUE)	TOTAL CARROS	MOEDA ORIGEM	INCOTERMS	DATA BASE	CONVERSÃO DE MOEDAS	VALOR BÁSICO DO CONTRATO	VALOR ADITIVOS CONTRATUAIS	VALOR TOTAL CONTRATO	VALOR SOBRES. E FERRAMENTAS	VALOR FORNECIMENTO TUES	PREÇO UNITÁRIO POR CARRO
CENTRAL	20	80	Won. Coréia do Sul	CIF	jan-04	Won	97.132.000.000,00	34.196.474.931,00	131.328.474.931,00	4.437.441.786,00	106.891.033.145,00	1.336.137.914,31
						Won - Real	232.699.132,40	34.010.494,99	266.709.627,39	10.630.779,29	256.078.848,10	3.200.985,60
						Won - Dólar	80.647.625,37	11.787.176,13	92.434.801,50	3.684.358,84	88.750.442,66	1.109.380,53
CENTRAL	30	120	Yuan. China	CIF	jan-09	Yuan	1.128.393.662,00	0,00	1.128.393.662,00	46.138.026,00	1.082.255.636,00	9.018.796,97
						Yuan - Real	384.518.194,63	0,00	384.518.194,63	15.722.270,57	368.795.924,06	3.073.299,37
						Yuan - Dólar	165.100.175,87	0,00	165.100.175,87	6.750.654,90	158.349.520,97	1.319.579,34
METROFOR	20	60	Euro. Itália	DDU	jul-09	Euro	86.021.505,38	0,00	86.021.505,38	2.121.053,15	83.900.452,23	1.398.340,87
						Euro - Real	240.000.000,00	0,00	240.000.000,00	5.928.898,30	234.071.101,70	3.901.185,03
						Euro - Dólar	121.736.774,20	0,00	121.736.774,20	2.965.020,20	118.771.754,00	1.979.529,23
CPTM	40	320	Euro. Espanha	CIF	set-07	Euro	442.761.714,82	0,00	442.761.714,82	9.540.025,00	433.221.689,82	1.353.817,78
						Euro-Real	1.177.188.281,67	0,00	1.177.188.281,67	25.364.446,07	1.151.823.835,60	3.599.449,49
						Euro-Dolar	602.820.709,58	0,00	602.820.709,58	12.988.757,72	589.831.951,86	1.843.224,35

Dolar 11/11/2009 = 1,7170 R$

MÉDIA S/ IMPOSTOS	REAIS	2.683.548,22
	DOLARES (1,7170)	1.562.928,49
MÉDIA C/ IMPOSTOS (1,54)	REAIS	4.132.664,25
	DOLARES (1,7170)	2.406.909,87
TOTAL 15 TUES RECIFE	REAIS	247.959.855,18
	DOLARES	144.414.592,42

ANEXO F - CONTINUAÇÃO

CONTRATANTE	QUANT. TOTAL (TUE)	TOTAL CARROS	MOEDA ORIGEM	DATA BASE	CONVERSÃO DE MOEDAS	VALOR TOTAL CONTRATO	PREÇO UNITÁRIO POR CARRO
CENTRAL	20	80	Won. Coréia do Sul	jan-04	Won	111.328.474.931,00	1.336.137.914,31
					Won - Real	266.709.627,39	3.200.985,60
					Won - Dólar	92.434.801,50	1.109.380,53
CENTRAL	30	120	Yuan. China	jan-09	Yuan	1.128.393.662,00	9.018.796,97
					Yuan - Real	384.518.194,63	3.073.299,37
					Yuan - Dólar	165.100.175,87	1.319.579,34
METROFOR	20	60	Euro. Itália	jul-09	Euro	86.021.505,38	1.398.340,87
					Euro - Real	240.000.000,00	3.901.185,03
					Euro - Dólar	121.736.774,20	1.979.529,23
CPTM	40	320	Euro. Espanha	set-07	Euro	442.761.714,82	1.353.817,78
					Euro-Real	1.177.188.281,67	3.599.449,49
					Euro-Dolar	602.820.709,58	1.843.224,85

Dolar 11/11/2009 = 1,7170 R$

PREÇO MÉDIO CARRO (CIF) SEM IMPOSTOS	US$ 1.562.928,48
	R$ 2.684.954,85
PREÇO DO TUE (4 CARROS) SEM IMPOSTOS	US$ 6.251.713,94
	R$ 10.739.819,38

metrô-rio, 19 composições com seis vagões cada, totalizando 114 carros, da China, por R$350 milhões, significando um preço médio por vagão, de; R$3.070.175,00 ou de aproximadamente US$1.700.000,00